

УДК 621.833

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ЛОКОМОТИВОВ ПУТЕМ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ**Колодяжный П.В.****IMPROVE THE WEAR RESISTANCE GEARS LOCOMOTIVES BY SELECTING TECHNOLOGICAL WAY TO REINFORCING TREATMENT****Kolodyazhnyi P.**

В статье проанализированы современные технологии упрочнения. Предложено определять износостойкость зубчатых колес после финишных технологических операций. Рассмотрены технологические процессы упрочнения рабочей поверхности зубчатых колес локомотивов. Исследовано влияние как ультразвукового поверхностного упрочнения, так и упрочнения за счет вибрации на износостойкость поверхностного слоя зубчатого колеса из стали 45ХН. Установлена эффективность ультразвукового поверхностного упрочнения на снижение износа по сравнению с другими упрочняющими технологиями. Экспериментально доказано уменьшение в 3,7 раза износа рабочей поверхности зубчатых колес за счет ультразвукового упрочнения по сравнению с вибрационным упрочнением.

Ключевые слова: *поверхностное упрочнение, износ, зубчатые колеса, ультразвуковое поверхностное деформирование, упрочнение стальными шариками за счет вибрации.*

Постановка проблемы. Обеспечение технико-экономических показателей работы железнодорожной отрасли на высоком уровне связано с повышением эксплуатационной надежности тягового подвижного состава. Тяговые зубчатые колеса и шестерни являются теми элементами конструкции локомотивов, работоспособность которых надо повышать. Отказы зубчатых колес обусловлены образованием трещин у ножки зубьев и во впадинах (наблюдалось уже после первого года эксплуатации, а предельный износ после 3–4 лет работы). Отказы ведущих шестерен вызываются износом рабочих поверхностей зубьев. В результате исследования форм износа зубьев по высоте установлено, что износ ведущих шестерен и ведомых зубчатых колес на ножке зуба на 10–30 % выше, чем на головке. При изготовлении зубчатых колес обязательно рассчитывается запас прочности, тогда как практически ни одно подвижное сопряжение не проверяют на износостойкость. При проектировании и эксплуатации

машин не всегда используют наиболее эффективные средства снижения износа, учитывающие конкретные условия работы, что приводит к огромным материальным затратам, связанным с ремонтом и простоями. Для смены тяговых зубчатых колес в редукторах ремонтные заводы и локомотивные депо ежегодно расходуют десятки тысяч тонн легированной стали.

Несмотря на большое количество все продолжающихся исследований, износ по-прежнему представляет собой сложную, недостаточно изученную проблему. Еще более сложной представляется задача повышения износостойкости зубчатых колес локомотивов. Многообразие факторов чрезвычайно усложняет исследование процессов изнашивания, выводы, получаемые разными исследователями, зачастую противоречат друг другу.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ повреждаемости зубчатых колес показывает, что преждевременный их выход из строя обусловлен главным образом процессами в поверхностных слоях зубьев [1–5]. Теоретические исследования и производственный опыт привели к пониманию того, что работоспособность зубчатых передач зависит и от качества поверхностного слоя (ПС) деталей, который формируется при их изготовлении. Повышение качества ПС и эксплуатационных свойств зубчатых колес является актуальной проблемой локомотивостроения.

Эксплуатационные показатели работы машин во многом зависят от износостойкости материалов, из которых они изготовлены. Получены зависимости, которые показывают, что износостойкость деталей машин определяется их физико-механическими свойствами и условиями работы, а также параметрами волнистости, шероховатости, поверхностными остаточными напряжениями. Это указывает на необходимость выбора технологических методов

обработки для повышения износостойкости деталей машин.

Для повышения качества ПС и эксплуатационных свойств в промышленности на завершающей стадии техпроцесса изготовления зубчатых колес применяют различные финишные методы технологического обеспечения качества ПС: термическую закалку, пластическое деформирование. Для достижения максимального эффекта используют комбинированные методы обработки.

Ультразвуковая обработка (УЗО) представляет собой прогрессивную технологию финишной отделочно-упрочняющей обработки металлов давлением. Отличительной особенностью УЗО является малая температура нагрева, низкое статическое усилие и высокая скорость деформирования, благодаря чему данная технология позволяет обрабатывать как детали, обладающие невысокой конструктивной жесткостью, так и поверхности, подвергнутые закалке и отпуску. В результате воздействия ультразвуковых колебаний значительно снижается сопротивление металла пластической деформации.

В последние годы появилось большое количество работ, посвященных изучению технологии УЗО. Эти работы были направлены на совершенствование процесса обработки с целью технологического обеспечения качества ПС и эксплуатационных свойств деталей машин [6-11]. Однако, в данных работах не рассматриваются вопросы повышения качества ПС изделий из легированных углеродистых сталей, нашедших широкое применение в локомотивостроении.

В работах авторов [12-20] приведены результаты исследований влияния различных технологических процессов на качественные характеристики ПС зубчатых передач локомотивов.

Анализ способов ППД показал, что наиболее прогрессивным является ультразвуковое упрочнение как способ, отвечающий высоким технологическим характеристикам упрочненной поверхности (по показателям твердости и шероховатости). К достоинствам ультразвукового упрочнения следует также отнести возможность создания поверхностного или объемного наклепа. При этом достигаются выгодное распределение внутренних напряжений в металле и такое структурное состояние, при котором удается повысить в два – три раза запасы прочности деталей, работающих при переменных нагрузках, и увеличить срок их службы в десятки раз.

Разработка технологии, которая позволяет улучшить топографию поверхности, управлять её микротвёрдостью, остаточными напряжениями и глубиной наклёпа для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств изделий, является актуальной задачей.

Цель. Целью настоящей работы является повышение качества ПС зубчатого колеса, изготавливаемого методом ультразвукового ППД, для обеспечения износостойкости. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1.

Исследовать влияние вибрационного упрочнения стальными шариками на износостойкость поверхностного слоя зубчатого колеса. 2. Исследовать влияние ультразвукового ППД на износостойкость поверхностного слоя зубчатого колеса из стали 45ХН.

Материалы и образцы. Для исследований использовались образцы из стали 45ХН в виде роликов с внутренним диаметром 15 мм, наружным 50 мм и высотой 10 мм (рис. 1). Экспериментальные образцы после токарной обработки подвергались ТВЧ закалке до твердости HRC = 56...58. Данные образцы играли роль диска в трущейся паре «колодка – диск». В качестве колодок использовались образцы из резины ТМКЩ (тепломорозокистлещелочестойкая, повышенной твердости (по Шору – A=65-80 у.е.) ГОСТ 7338-77.



Рис. 1. Образцы для измерения износостойкости

Первая группа образцов после закалки (ТВЧ) подвергалась традиционному шлифованию ($Ra=3,2$ мкм), вторая – обрабатывалась на ультразвуковой установке. Обработка осуществлялась индентором диаметром 5 мм. Шероховатость поверхности соответствовала 0,4 мкм.

Методика исследований. Испытания проводились с 80 роликами на одинаковых режимах, и с измерением износостойкости через пятнадцатиминутные интервалы времени. После термообработки ролики шлифовались при обильном охлаждении с доведением до требуемых размеров и снятием припуска с наружной поверхности 0,3 мм на сторону. Использовались режимы шлифования $V=30$ м/сек, $S_{\text{прод.}}=8$ м/мин, $S_{\text{поп.}}=0,02$ мм, число оборотов детали $n=175$ об/мин при 15 проходах. При шлифовании образцы устанавливались на оправке и шлифовались с одной установки, что обеспечивало идентичность условий образования поверхностного слоя у каждой группы образцов, подлежащих испытанию на износ.

Далее часть образцов из 80 изготовленных, подвергалась вибрационной обработке. В качестве оборудования использовался вибрационный станок УВИ-25 с емкостью контейнера $V=25$ литров. Были установлены следующие режимы: частота колебаний $n=50$ Гц, амплитуда $A=2$ мм. Образцы шлифовались в контейнере в течение 90 минут. Далее часть образцов подвергалась вибрационному упрочнению, а часть ультразвуковому упрочнению. В качестве инструмента – рабочей среды при вибрационном упрочнении применялись стальные шарики размером от 5 до 6 мм. Для обеспечения вибрационного упрочнения использовались следующие режимы обработки, а именно: частота колебаний $n=50$

Гц, амплитуда $A = 3,5$ мм. Образцы упрочнялись в течение 30 минут.

Ультразвуковое упрочнение проводилось на разработанной лабораторной установке. Индентор был изготовлен из закаленной стали ШХ-15 твердостью 61 – 63 HRC. С помощью специального устройства индентор прижимали с усилием 150Н к обрабатываемой поверхности. Предварительно определяли диаметр одиночного отпечатка, который образует индентор с целью определения необходимого перекрытия отпечатков. Далее осуществлялась ультразвуковое упрочнение образцов индентором, который колебался с ультразвуковой частотой 22 кГц и амплитудой 30 мкм.

Испытание образцов на износостойкость осуществлялось на машине МИ-1М. Величину износа оценивали по глубине канавки, оставленной твердосплавным роликом на поверхности образца после 15, 30, 45, 60 и 90 минут изнашивания. Причем каждый образец испытывался трижды для получения усредненных значений глубины канавки и сведения к минимуму процента ошибок при измерении. Глубину канавки замеряли на универсальном микроскопе. Приготовленные образцы взвешивались на аналитических весах (ВЛА – 200 г). Образцы обрабатывались на машине трения всухую, без охлаждения, в течение 78 секунд (до момента начала плавления резины) по 20 подходов для каждого образца. После окончания обработки производилось повторное взвешивание. Одна часть образцов подвергалась традиционному шлифованию, затем вибрационному упрочнению до шероховатости поверхности, равной 3,2 мкм, а другая часть подвергалась ультразвуковому упрочнению.

Результаты исследований. После обработки на машине трения были получены следующие результаты. Для стали 45ХН после традиционного шлифования износ материала составлял 0,015 г. После вибрационной обработки наблюдалось уменьшение износа материала до 0,0061 г, а после ультразвукового упрочнения до 0,0041 г. Для стали 45ХН износ материала после ультразвукового упрочнения уменьшился в 3,7 раза по сравнению с вибрационным упрочнением стальными шариками. Результаты испытаний образцов на износостойкость, упрочненных различными способами, приведены на рис. 2.

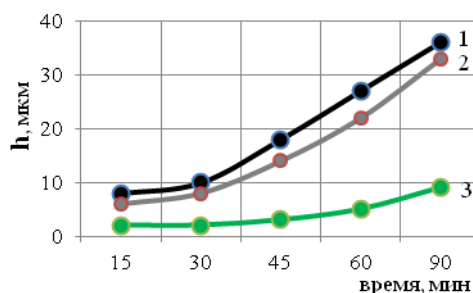


Рис. 2. Изменение износостойкости образцов: 1 – виброобработка в среде боя шарошлифовальных кругов; 2 – вибрационное упрочнение: частота – 50 Гц, амплитуда – 3,5 мм; 3 – ультразвуковое упрочнение частотой 22 кГц и амплитудой – 30 мкм

В таблице приведена сравнительная характеристика шероховатости поверхности после упрочнения различными способами.

Таблица

Шероховатость поверхностного слоя			
$R_{ст}, Н$	50	100	150
R_a , после УЗО, мкм	1,4	0,8	0,4
Время обработки	1 час	2 часа	3 часа
R_a , после вибрационного упрочнения, мкм	1,18	1,11	1,0

Выводы. 1. Износостойкость несущих поверхностей зубьев должна учитываться при выборе технологических способов обработки ПС.

2. Исследование износостойкости зубчатых колес из стали 45ХН показало, что износ образцов, изготовленных по предлагаемой технологии (ультразвукового упрочнения) в 3,7 раз ниже, чем при вибрационном упрочнении стальными шариками. 3. Предварительные испытания на износостойкость показали положительные результаты по применению ультразвукового способа упрочнения образцов зубчатых колес локомотива из стали 45ХН.

Л и т е р а т у р а

- Чернецкая Н.Б. Исследование металла зуба шестерни тягового редуктора локомотива, разрушившейся в эксплуатации / Н.Б. Чернецкая., П.В. Колодяжный, С.А. Волкова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Технічні науки. Серія транспорт.– 2008. – Ч.2. – №5 (123). – С.174-178.
- Колодяжный П.В. Эксплуатационные повреждения зубчатых тяговых передач подвижного состава и технологии их упрочнения при изготовлении / П.В. Колодяжный // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – Ч. 2. – №1 (155). – С. 88-96.
- Колодяжный П.В. Анализ эксплуатационных повреждений зубчатых колес тепловозов, изготовленных по различной технологии / П.В. Колодяжный // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011.– Ч. 2. – №4 (158). – С. 84-90.
- Колодяжный П.В. Исследование поверхностного слоя металла зубьев колес зубчатой передачи локомотива 2ТЭ10Л после эксплуатации / П.В. Колодяжный // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №2 (191). – Ч.1. – С. 107-111.
- Колодяжный П.В. Анализ причин разрушения косозубого колеса колесной пары электровоза / П.В. Колодяжный // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Вид-во СНУ ім. Даля. – 2012. – №5 (176). – С. 33 – 36.
- Жеманюк П.Д. Повышение прочностных характеристик лопаток компрессора / П.Д. Жеманюк, О.Л. Лукьяненко, Л.П. Степанова // Вестник двигателестроения. – №1. – 2006. – С. 79-87.
- Рахимьянов Х. М. Анализ механизмов влияния ультразвукового пластического деформирования на формирование структуры поверхностного слоя при комбинированной обработке/ Х. М. Рахимьянов, Ю. Никитин // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2012. – №1. – С. 39-44.

8. Рахимьянов Х. М. Технологическое обеспечение геометрических параметров качества поверхности при ультразвуковом пластическом деформировании / Х. М. Рахимьянов, Ю. С. Семенова // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2012. – №3. – С. 33-36.
9. Рахимьянов Х. М. Обеспечение качества поверхности деталей машин ультразвуковым пластическим деформированием перед нанесением покрытия / Рахимьянов Х. М., Семенова Ю. С., Сауткина М. А., Скрынник В. А., Лихачев А. П. // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2013. – №2. – С. 4-7
10. Макаров, В.Ф. Исследование параметров качества поверхностного слоя, полученного методом ультразвукового поверхностного пластического деформирования / В.Ф.Макаров, А.Х.Половинкин // *Технология Машиностроения*. – 2007. – № 7. – С. 13-22.
11. Петрина Ю.Д. Підвищення довговічності деталей насосів та компресорів нафтогазової промисловості ультразвуковим зміщенням / Ю.Д.Петрина, Р.С.Яким, А.В.Швадчак // *Науковий вісник Національного Технічного Університету Нафти і Газу*. – 2005. – № 3(12). – С. 39-45.]
12. Киреев А.Н. Применение ультразвуковой обработки с целью улучшения эксплуатационных свойств зубчатых колес локомотивов / А.Н.Киреев, П.В. Колодяжный // *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. – 2013. – Вип. 139. – С. 256-263.
13. Лубенская Л.М., Колодяжный П.В. Ресурсосберегающая технология изготовления ведущих зубчатых колес тепловозов 2ТЭ10Л // *Вібрації в техніці та технологіях*. Всеукраїнський науково-технічний журнал. Вид-во Вінницького національного аграрного університету. Вінниця.- №4(60).-С.40-48.
14. Лубенская Л. М., Колодяжный П.В. Повышение эксплуатационных свойств осей колесных пар за счет упрочнения их поверхности // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ. – 2011.– В. 38.– С. 41-46.
15. Колодяжный П.В. Влияние технологии изготовления зубчатых колес локомотивов на предел выносливости / П.В. Колодяжный, А.Н. Киреев // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – 2013. - №5 (194). – Ч.1. – с. 51-55.
16. Колодяжный П.В., Киреев А.Н. Влияние технологических режимов накатки осей колесных пар тепловозов на физико-механические свойства. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – 2013. – №16 (205). – Ч.2. – С. 122- 125.
17. Колодяжный П.В. Упрочнение накатыванием осей колесных пар тепловозов. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. Вид-во СНУ ім. В. Даля. Луганськ. – 2013. – №6 (195). – Ч.2. – С. 130- 134.
18. Киреев А.Н. Применение ультразвуковой обработки с целью улучшения эксплуатационных свойств зубчатых колес локомотивов / А.Н. Киреев, П.В. Колодяжный // *Збірник наук. праць Української державної академії залізничного транспорту*. – Харків. – 2013. – Вип. 139. – с. 256-263.
19. Колодяжный П.В. Использование ультразвуковой обработки в технологии изготовления зубчатых передач локомотивов // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – 2013. – №4 (193). – С. 93 – 98.
20. Pavel Kolodyazhnyi. Ultrasonic testing of discontinuities of metal of gear blanks of rolling stock. *teka. kom. mot. i energ. roln. POLSKA AKADEMIA NAUK. LUBLIN*. – 2013. – VOL.13. – № 4. – P. 92-98

References

1. CHERneckaja N.B. Issledovanie metalla zuba shesterni tjavovogo reduktora lokomotiva, razrushivshejsja v jekspluatacii / N.B.CHERneckaja, P.V.Kolodjazhnyj, S.Avolkova // *Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. Tehnichni nauki. Serija transport*. – 2008. – CH.2. – №5 (123). – S.174-178.
2. Kolodjazhnyj P.V. Jekspluacionnye povrezhdenija zubchatih tjavovih peredach podvizhnogo sostava i tehnologi ih uprochnenija pri izgotovlenii / P.V. Kolodjazhnyj//*VisnikShidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja*. – 2011. – CH. 2. – №1 (155). – S. 88-96.
3. Kolodjazhnyj P.V. Analiz jekspluacionnyh povrezhdenij zubchatih koles teplovozov, izgotovlennyh po razlichnoj tehnologi / P.V. Kolodjazhnyj // *Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja*. – 2011.– CH. 2. – №4 (158). – S. 84-90.
4. Kolodjazhnyj P.V. Issledovanie poverhnostnogo sloja metalla zub'ev koles zubchatoj peredachi lokomotiva 2TJE10L posle jekspluatacii / P.V. Kolodjazhnyj // *Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja*. – 2013. – №2 (191). – CH.1. – S. 107-111.
5. Kolodjazhnyj P.V. Analiz prichin razrushenija kosozubogo kolesa kolesnoj pary jelektrovoza / P.V. Kolodjazhnyj // *Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. Vid-vo SNU im. Dalja*. – 2012. – №5 (176). – S. 33 – 36.
6. ZHemanjuk P.D. Povyshenie prochnostnyh karakteristik lopatok kompressora / P.D. ZHemanjuk, O.L. Luk'janenko, L.P. Stepanova // *Vestnik dvigatelestroenija*. – №1. – 2006. – S. 79-87.
7. Rahimjanov H. M. Analiz mehanizmov vlijanija ul'trazvukovogo plasticheskogo deformirovanija na formirovanie struktury poverhnostnogo sloja pri kombinirovannoï obrabotke/ H. M. Rahimjanov, JU. Nikitin // *Obrabotka metallov (tehnologija, oborudovanie, instrumenty)*. – 2012. – №1. – S. 39-44.
8. Rahimjanov H. M. Tehnologicheskoe obespechenie geometricheskikh parametrov kachestva poverhnosti pri ul'trazvukovom plasticheskom deformirovanii / H. M. Rahimjanov, JU. S. Semenova // *Obrabotka metallov (tehnologija, oborudovanie, instrumenty)*. – 2012. – №3. – S. 33-36.
9. Rahimjanov H. M. Obespechenie kachestva poverhno-sti detalej mashin ul'trazvukovym plasticheskim deformirovaniem pered naneseniem pokrytija / Rahimjanov H. M., Semenova JU. S., Sautkina M. A., Skrynnik V. A., Lihachev A. P. // *Obrabotka metallov (tehnologija, oborudovanie, instrumenty)*. – 2013. – №2. – S.4-7
10. Makarov, V.F. Issledovanie parametrov kachestva poverhnostnogo sloja, poluchennogo metodom ul'trazvukovogo poverhnostnogo plasticheskogo deformirovanija/ V.F.Makarov, A.H.Polovinkin // *Tehnologija Mashinostroenija*. – 2007. – № 7. – S. 13-22.
11. Petrina JU.D. Pidvishhennja dovgochivosti detalej nasosiv ta kompresoriv naftogazovoï promislivosti ul'trazvukovim zmicnennjam / JU.D.Petrina, R.S.JAKim, A.V.SHvadchak // *Naukovij visnik Nacional'nogo*

- Tehnichnoho Universitetu Naftii Gazu. – 2005. – № 3(12). – S. 39-45.].
12. Kireev A.N. Primenenie ul'trazvukovoj obrabotki s cel'ju uluchsheniya jekspluatacionnyh svojstv zubchatyh koles lokomotivov / A.N.Kireev, P.V. Kolodjzhnyj // Zbirnik naukovih prac' UkrDAZT.– 2013. – Vip. 139. – S. 256-263.
 13. Lubenskaja L.M., Kolodjzhnyj P.V. Resursosberegajushhaja tehnologija izgotovlenija vedushhijh zubchatyh koles teplovozov 2TJE10L //Vibracii v tehniči ta tehnologijah. Vseukraïns'kij naukoivo-tehničnij zhurnal. Vid-vo Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Vinnicja. - №4(60).-S.40-48.
 14. Lubenskaja L. M., Kolodjzhnyj P.V. Povyszenie jekspluatacionnyh svojstv osey kolesnyh par za set uprochneniya ih poverhnosti// Visnik Dnipropetrov-s'kogo nacional'nogo universitetu zalizničnogo transportu imeni akademika V.Lazarjana. Vid-vo Dnipropetr.nac. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazarjana. Dnipropetrov's'k, 2011.- V. 38.- S. 41-46.
 15. Kolodjzhnyj P.V. Vlijanie tehnologii izgotovlenija zubchatyh koles lokomotivov na predel vynoslivosti / P.V. Kolodjzhnyj, A.N. Kireev // Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. – 2013. - №5 (194). – CH.1. – s. 51-55.
 16. Kolodjzhnyj P.V., Kireev A.N. Vlijanie tehnologičeskijh rezhimov nakatki osey kolesnyh par teplovozov na fiziko-mehaničeskije svojstva. Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. Vid-vo SNU im. V. Dalja. Lugans'k. – 2013. – №16 (205). – CH.2. – S. 122- 125.
 17. Kolodjzhnyj P.V. Uprochnenie nakatyvaniem osey kolesnyh par teplovozov. Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. Vid-vo SNU im. V. Dalja. Lugans'k. – 2013. – №6 (195). – CH.2. – S. 130- 134.
 18. Kireev A.N. Primenenie ul'trazvukovoj obrabotki s cel'ju uluchsheniya jekspluatacionnyh svojstv zubchatyh koles lokomotivov / A.N. Kireev, P.V. Kolodjzhnyj // Zbirnik nauk. prac' Ukraïns'koï derzhavnoï akademii zalizničnogo transportu. – Harkiv. – 2013. – Vip. 139. – s. 256-263.
 19. Kolodjzhnyj P.V. Ispol'zovanie ul'trazvukovoj obrabotki v tehnologii izgotovlenija zubchatyh pe-redach lokomotivov // Visnik Shidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja. Vid-vo SNU im. V. Dalja. Lugans'k, 2013. - №4 (193). – S. 93 – 98.
 20. Pavel Kolodyzhnyj. PRAETEMPTATUS ultrasonic DE DISCONTINUITIES DE metalla APPARATUS BLANKS STOCK voluciones. Teka. Kom. Mot. I Energ. Roln. POLSKA Akademia Nauk. Mościska. – 2013 – Vol.13. – № 4. – 92-98 P.

Колодяжний П.В. Підвищення зносостійкості зубчастих коліс локомотивів шляхом вибору технологічних способів зміцнюючої обробки.

У статті проаналізовано сучасні технології зміцнення. Запропоновано визначити зносостійкість зубчастих коліс після фінішних технологічних операцій. Розглянуті технологічні процеси зміцнення робочої поверхні зубчастих коліс локомотивів. Досліджено вплив, як ультразвукового поверхневого зміцнення, так і зміцнення за рахунок вібрації на зносостійкість поверхневого шару зубчастого колеса із сталі 45ХН. Встановлено ефективність ультразвукового поверхневого зміцнення на зменшення зносу у порівнянні зі зміцненням сталевими кульками за рахунок вібрації. Експериментально доведено зменшення в 3,7 разу зносу робочої поверхні зубчастих коліс за рахунок ультразвукового зміцнення у порівнянні з вібраційним зміцненням.

Ключові слова: поверхнєве зміцнення, знос, зубчасті колеса, ультразвукова поверхнєва деформація, зміцнення сталевими кульками за рахунок вібрації.

Kolodyzhnyj P. Improve the wear resistance gears locomotives by selecting technological way to reinforcing treatment.

The article analyzes the modern technology urochneniya. Proposed to determine the wear resistance of the gears after finishing manufacturing operations. Considered processes of hardening of the working surface of gear wheels of locomotives. The effect of the ultrasonic peening as well as hardening due to vibration, wear resistance surface layer of the steel gear 45HN. The efficiency of ultrasonic peening to reduce wear compared to other reinforcing technology. Experimentally proven reduction of 3.7 times the wear of the working surfaces of gears by ultrasound as compared with the hardening vibration hardening. Preliminary tests on iznosostoyost showed positive results on the application of ultrasonic method of hardening samples gears locomotive steel 45HN.

Keywords: surface hardening, wear, gear wheels, ultrasonic surface deformation, hardening steel balls due to vibration.

Колодяжний П.В. – аспірант, кафедри «Метрологія» Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. e-mail: pavel.kolodyzhnyj@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. Марченко Д.М.

Стаття подана 02.03.2015