

УДК 621.910.71

**ТЕХНОЛОГИЯ И РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
БЕЗДЕФОРМАЦИОННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИСКОВЫХ ПИЛ**

**TECHNOLOGY AND CALCULATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF  
DEFORMATION-FREE HEAT TREATMENT OF CIRCULAR SAWS**

*Б.К. КОЛМЫКПАЕВ, К.М. ИСЛАМКУЛОВ, У.Б. БАСТАРОВА*  
*B.K. KOLMYKPAYEV, K.M. ISLAMKULOV, U.B. BASTAROVA*

(Региональный социально-инновационный университет, Республика Казахстан,  
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)  
(Regional Social and Innovative University, Republic of Kazakhstan,  
M.Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: bastarovauldar68@mail.ru

*В статье рассмотрены проблемы научных исследований, проводимых по разработке инновационных технологий, применяемых в промышленности. Особое внимание уделено инструментам, работающим в условиях абразивного воздействия, срок службы которых ограничивается их уровнем износоустойчивости.*

*Показана актуальность проблемы выбора материала и технология упрочнения. Рассмотрены дисковые элементы машин и методы их термической обработки. Для реализации технологии термического упрочнения были взяты как пилы серийного производства из стали У8, так и новые пилы, изготовленные из стали 65Г.*

*Разработан новый способ и режимы многократной электротермоциклической обработки дисковых пил хлопкоочистительных машин. Приведена схема электротермоциклической обработки периферийных участков пил. Для реализации предложенной технологии термообработки разработана рабочая оснастка. В целях обеспечения стабильности опытов в установке процессы включения нагрева и охлаждения автоматизированы.*

*Исследованы возможные способы снижения искривления при термической обработке пил. Проведены стендовые и промышленные испытания. Рассмотрены вопросы практического использования и рассчитана экономическая эффективность разработанной технологии упрочнения дисковых пил. Разработанные технологии импульсной индукционной закалки токами высокой частоты периферийных зон джинных и линтерных*

*пил с целью резкого увеличения их износостойкости переданы для внедрения в производство с экономическим эффектом 193 560 000 тенге.*

*In article questions to the given scientific researches conducted on a development of the innovative technologies applied in the industry are considered. The special attention is paid to the tools working in the conditions of abrasive influence which service life is limited to their level of wear resistance.*

*The actual problem of a choice of material and technology of hardening is shown. Disk elements of cars and methods of their heat treatment are considered. For realization of technology of thermal hardening were taken as a saw of a mass production, from U8 steel and the new saws made of steel 65G.*

*The new way and the modes of repeated electrothermocyclic processing of circular saws the ginning of cars is developed. The scheme of electrothermocyclic processing of peripheral sites of saws is provided. The working equipment is developed for realization of the offered technology of heat treatment. For ensuring stability of experiences in installation, processes of inclusion of heating and cooling were automated.*

*Possible ways of decrease in a curvature at heat treatment of saws are considered. Bench and industrial tests are carried out. Questions of practical use are given and economic efficiency of the developed technology of hardening of circular saws is calculated. The developed technologies of pulse induction training the gina and the Lintern saws for the purpose of sharp increase in their wear resistance are transferred by currents of high frequency of peripheral zones for introduction to production with economic effect 193 560 000 tenges.*

**Ключевые слова:** инновационные технологии, износостойкость, элементы машин, оснастка, индукционная закалка, сталь.

**Keywords:** innovative technologies, wear resistance, elements of cars, equipment, induction training, steel.

Важное место в инновационно-индустриальной программе развития Республики Казахстан уделяется научным исследованиям, направленным на разработку новых, высокоэффективных технологий, применяемых в металлургической и машиностроительной промышленности.

Выпуск машин, работающих в сельском хозяйстве (зерноуборочные, почвообрабатывающие, хлопкоперерабатывающие и др.), занимает значительное место в машиностроении Казахстана.

В почвообрабатывающих и хлопкоочистительных машинах находят применение дисковые пилы, работающие в условиях абразивного воздействия, срок службы которых ограничивается их уровнем износостойкости.

В зависимости от рода и условий работы дисковые пилы имеют различные конструктивные параметры, регламентируе-

мые стандартами, что в конечном итоге определяет вид и способ термообработки. Одной из основных трудностей при производстве дисковых пил является деформация при термообработке и необходимость их рихтовки.

В связи с этим ежегодно на изготовление дисковых пил расходуются тысячи тонн весьма дорогостоящей термообработанной пильной стали У8Г.

Дальнейшее повышение износостойкости за счет использования стальной полосы более высокой твердости не представляется возможным из-за трудностей механической обработки (вырубка дисков, насечка зубьев).

Термическая обработка готовых пил по обычно принятой технологии сопряжена с короблением пил и их отбраковкой.

Поэтому актуальной проблемой является выбор материала и технологии упроч-

нения для достижения требуемого уровня износостойкости и плоскостности дисковых пил.

Дисковые элементы машин и инструментов различного назначения находят широкое применение в народном хозяйстве [1...7]. В сельскохозяйственных машинах – это диски почвообрабатывающих и посевных аппаратов, в инструментальном производстве – различные дисковые пилы для резки дерева, металлов и других материалов. В частности, ежегодный выпуск круглых пил для обработки дерева достигает несколько сот тысяч штук [7]. Значительно большее количество пил (до нескольких миллионов штук) выпускается для хлопкоочистительной промышленности государств СНГ – это джинные и линтерные пилы.

Одной из основных трудностей в производстве дисков и пил является рихтовка готовых дисков после термической обработки или рихтовка при термической обработке. Определенные трудности имеют место при вырубке и насечке зубьев пил из термически обработанной листовой стали.

Для упрочнения дисковых пил применяют не только объемную термическую обработку, но и дополнительную термическую обработку (закалку) зубьев пил путем индукционного или контактного нагрева, а также науглероживание угольными электродами [2], [5], [11]. Опыты на металлургическом оборудовании показали, что наиболее эффективным способом упрочнения оказалась индукционная закалка зубьев дисковых пил из стали У8Г, увеличивающая их стойкость в 3...4 раза по сравнению со стандартными, упрочненными газоплазменной закалкой [5].

Несмотря на указанные меры по повышению прочности и износостойкости, ресурс работы чаще всего оказывается недостаточным. Кроме того, при термическом упрочнении дисковых пил малой толщины неизбежно коробление, которое приводит пилы в негодность. Следовательно, актуальной проблемой является разработка технологии термического упрочнения периферийных зон тонкостенных дисковых

пил без коробления с целью значительного увеличения их износостойкости.

Среди рассмотренных дисковых элементов машин и инструментов наибольший интерес представляют джинные и линтерные пилы хлопкоочистительных машин. Объем их производства очень велик. В частности, в период 1980 – 1985 гг. производственное объединение “Узбекхлопкомаш”, которое поставляло хлопкоочистительные машины для всех регионов хлопкосеющих республик, выпуск джинных и линтерных пил достигал нескольких миллионов штук в год. Эти пилы изготавливаются из термически обработанной ленты стали У8Г. При расходе металла 0,8 кг на одну пилу ежегодное потребление пильной стали может составлять несколько тысяч тонн.

В хлопкоочистительных машинах стойкость пил находится в пределах 48 часов, после чего необходима переточка или перенасечка зубьев.

В связи со сказанным выше представляется необходимым рассмотреть возможности повышения стойкости пил и снижения себестоимости их производства.

Джинные и линтерные пилы производства стран СНГ – это диски с наружным диаметром 320 мм, внутренним 61,8 мм и толщиной 0,95 мм. Пилы американского и немецкого производства могут иметь наружный диаметр до 457 мм. По наружному диаметру производится насечка зубьев с шагом 3,6 мм и 3 мм, соответственно для джинных и линтерных пил.

В странах СНГ – производителях хлопка-волокна – джинные и линтерные пилы изготавливают из термически обработанной стальной ленты У8Г толщиной 0,95 мм. В состоянии поставки сталь имеет твердость HRC 33...38.

ГОСТом 5497–80 предусматривается термическая обработка ленты (закалка с отпуском) и обеспечение временного сопротивления  $\sigma_b$  не менее 1150 Н/мм<sup>2</sup>. Такая термическая обработка увеличивает стоимость ленты в 6 раз. Стальная лента может поставляться не только в отожженном, но и нагартованном состоянии, с дос-

таточно высокими прочностными свойствами, из сталей марок 15...70, У7-У13, У8Г, 50Г, 60Г, 65Г, 60С2, 50ХФА, 65С2ВА, 70С2ХА, 9ХФ, 13Х, Х6ВФ, то есть достаточно широкий круг конструкционных, углеродистых, пружинных и инструментальных сталей. Согласно ГОСТу 2284-79 и ГОСТу 2283-79 в холоднокатаном состоянии нагартованная лента из сталей 60, 65, 70 должна иметь для второй категории прочности  $\sigma_b = 900...1110$  МПа, а из сталей 50Г, 60Г, 65Г, У7, У8, У8Г и др.  $\sigma_b$  не менее 750...1200 МПа. Следовательно, временное сопротивление материала термически обработанной пильной стали и холоднокатаной стали аналогичного или близкого состава имеет небольшую разницу.

Несмотря на проведенную термическую обработку пильной стали и резкое повышение ее стоимости по сравнению с холоднокатаной, износостойкость полученных пил недостаточна. Было установлено, что пилы других стран-производителей также имеют недостаточную износостойкость, хотя резко различаются по структуре и свойствам. В частности, пилы американского производства имели невысокую твердость, но способность деформироваться в холодном состоянии.

Рассмотрим методы новой технологии бездеформационной термической обработки дисковых пил.

Для реализации технологии термического упрочнения были взяты как пилы серийного производства, из стали У8, так и новые пилы, изготовленные из стали 65Г.

Наиболее перспективным выглядит изготовление пил из холоднокатаной стали с последующей закалкой периферии пил. Как показали наши исследования, прочностные свойства тела пилы будут вполне удовлетворять требованиям хлопкоочистительных машин, так как в практике их работы используют пилы производства США и ФРГ, с твердостью HRC 22...24 и пределом текучести  $\sigma_{0,2} = 740$  МПа.

Термическая обработка таких тонкостенных стальных изделий, как линтерные и джинные пилы, сопряжена с появлением

деформаций и потерей плоскостности. Требования по плоскостности достаточно жесткие. Пила диаметром 320 мм и толщиной 0,95 мм не должна иметь неплоскостность более 0,5 мм. Проверка неплоскостности проводится пропусканием пилы под действием собственного веса через зазор  $1,5^{+0,05}$  мм, образованный между двумя параллельными плитами длиной 260 мм [3].

Деформация пил, как в процессе термической обработки, так и после ее завершения, связана с возникновением термических и структурных напряжений, превышающих либо устойчивость пил в упругой области деформаций, либо предел текучести с развитием пластической деформации. В данном случае цель заключалась в реализации технологии термического упрочнения, позволяющей одновременно:

- увеличить износостойкость существующих серийных пил,
- исключить деформацию и потерю плоскостности свыше установленных норм,
- заменить термообработанную дорожную полосовую сталь У8 на более дешевую холоднокатаную сталь 65Г.

Разработан новый способ многократной электротермоциклической обработки (МЭТЦО) дисковых пил, которая включает в себя следующие операции:

- предварительный электронагрев до температур 350...400°C, выдержка 10 с с целью уменьшения внутренних напряжений в теле изделий, возникающих в результате холодной штамповки и температурных напряжений в процессе последующего электротермоциклирования;
- 3...4-кратное электротермоциклирование выше критической точки  $A_{c3}$  и охлаждение ниже  $A_{c3}$  на 30...50°C. МЭТЦО проводили с целью измельчения структуры аустенита и искусственного увеличения границ зерен;
- закалка в масле после МЭТЦО для получения структуры мелкоиглочатого мартенсита;
- отпуск после закалки при температуре 250...300°C с целью снятия структурных напряжений, возникающих в результате закалки и получения мелкозернистого бейнита. Схема МЭТЦО приведена на рис. 1.

Характер изнашивания всех типов пил и различного производства – абразивный. На боковых поверхностях зубьев пил наблюдаются следы "пропахивания" твердыми абразивными частицами, приводящими к затуплению кромок вершины пилы (рис. 1). Наличие абразивных частиц связано с запыленностью хлопка частицами кварца, глинозема.

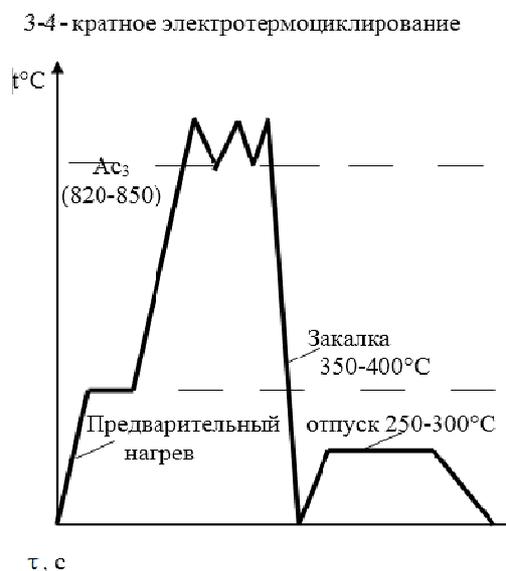


Рис. 1

Пильные диски из стали 65Г набирают на валу приспособления соосно в пакет по 50 штук, смещая при этом каждый диск относительно соседнего на четверть шага зуба, сжимают фальш-дисками, нагревают одновременно все диски кольцевым индуктором вначале до температуры 350...400°C, выдержка 10 с, МЭТЦО, закалка, охлаждение водой через душирующее устройство на глубину, превышающую высоту зуба в 5 раз, и проводят отпуск при температуре 250...300°C.

По вышеуказанному способу была проведена термообработка пильных дисков хлопоочистительных машин в количестве 200 штук. Пилы набирали в пакеты по 10, 20, 50 штук, а также закачивали поштучно в зажатом фальш-диском состоянии. Во всех случаях как после электротермоциклической обработки, так и после окончательного отпуска 250...300°C в зажатом состоянии неплоскостность пил не превышала установленные нормы.

Другие известные способы термического упрочнения плоских деталей с отношением толщины к наибольшему размеру 1/50...1/200 (в нашем случае для джинных и линтерных пил это отношение 1/320 и более) предусматривают индукционный нагрев или нагрев в штампах до закалочных температур, охлаждение в водоохлаждаемых штампах и отпуск 450...500°C или 400...410°C, которые не обеспечивают уменьшения деформации (коробления) дисковых пил.

Наши исследования показали, что при электротермоциклической обработке с предварительным нагревом можно избежать коробления, превышающего допустимые размеры.

Кроме того, в известных способах после отпуска 400...500°C твердость указанных сталей находится в пределах HRC 41...45, что обеспечивает необходимую пластичность, но не дает максимальной износостойкости.

Поиски способов устранения коробления пил в процессе импульсной индукционной заправки привели к необходимости изготовления специальной оснастки и технологии термического упрочнения.

Для циклической и импульсной индукционной термической обработки была изготовлена специальная оснастка: индуктор, центрирующий узел, спрейер. В схему были включены реле времени нагрева деталей и включения охлаждающей жидкости. Для индукционного нагрева использовали установку ЛЗ107 с частотой тока 45 кГц. Температурное поле, возникающее при нагреве и охлаждении пилы, определяли путем замера температур в различных точках пилы приваренными хромель-алюмелевыми термопарами толщиной 0,1...0,5 мм. Автоматическая запись (или измерение) проводили осциллографом или прибором КСП-4 с временем пробега всей шкалы за 1,5 с.

Для обеспечения стабильности опытов в установке процессы включения нагрева и охлаждения автоматизировали. В частности, были приняты следующие условия [14], [15]:

- анодное напряжение	- 9,8 В,
- анодный ток	- 11 А,
- сеточный ток	- 1,8 А,
- время нагрева	- 0,8...1,0 с,
- время охлаждения	- 3 с,
- опережение включения гидроклапана	- 0,4 с,
- давление воды в начале и конце охлаждения	- 2,5/0,5 атм.

Таким образом, нагрев периферийного участка пилы заканчивался дозированным закалочным охлаждением водой из спрейера. Для обеспечения дозированного охлаждения запериферийных центральных зон в дисках оснастки делались охлаждающие сверления (рис. 2 – поперечное сечение оснастки для индукционной закалки периферии пил). Как видно из рисунка, во время закалки пилы прижимаются фальш-дисками, чтобы избежать коробления. Однако только прижимными дисками коробления избежать нельзя.

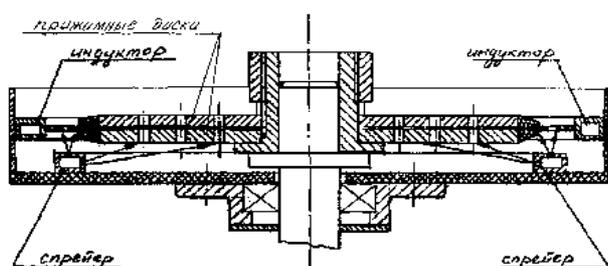


Рис. 2

Рассмотрим возможные способы снижения искривления при термической обработке пил. Отметим, что джинные и линтерные пилы, у которых диаметр значительно превышает толщину, испытывают при закалке наибольшее искривление. Искажения формы, вызванные упругими деформациями из-за временных термических напряжений, устранимы после выравнивания температуры. Появление пластической деформации ведет к короблению даже после снятия внутренних напряжений дополнительной термической обработкой.

Уменьшение коробления возможно за счет снижения внутренних термических и структурных напряжений. Это можно по-

лучить путем снижения температурного перепада по сечению (или зонами) в процессе предварительного нагрева и ЭТЦО.

Так как в процессе фазовых превращений происходит резкое снижение сопротивления пластическому деформированию, то избежать коробления при закалке таких изделий, как джинные и линтерные пилы, можно только фиксацией их формы. Кинетические изменения свойств, то есть разупрочнение стали и рост пластичности, имеют место не только при аустенитном и мартенситном превращениях, но и при отпуске, включая коагуляцию и сфероидизацию карбидов.

Следовательно, фиксация формы в прижимных дисках с отверстиями позволит в процессе отпуска закаленной пилы провести релаксацию внутренних структурных напряжений без потери плоскостности.

При отработке технологии бездеформационной закалки линтерных и джинных пил использовали метод их предварительного подогрева до 400, 450, 500 и 550°C с целью уменьшения внутренних напряжений в теле изделий, возникающих в результате холодной штамповки.

Термическая обработка по вышеописанным режимам обеспечивала нагрев пилы по периферии на 2 мм ниже впадины зубьев до температуры 900°C. После закалки эта зона имела структуру мелкоигольчатого мартенсита.

Рассмотрим практическое использование и экономическую эффективность разработанной технологии упрочнения дисковых пил.

Окончательные выводы о целесообразности использования различных вариантов термического упрочнения джинных и лин-

терных пил могут дать промышленные испытания.

Для таких испытаний круг изучаемых материалов и способов упрочнения был ограничен, так как из-за недостаточной износостойкости, показанной при стендовых испытаниях, среднеуглеродистые стали, а также контактная закалка из рассмотрения были исключены. Пилы изготавливали только из сталей У8 и 65Г. В качестве упрочняющей термической обработки использовали импульсную индукционную закалку периферийной зоны пил с последующим самоотпуском. Для получения сравнительных данных часть пил из стали 65Г подвергали объемной закалке с отпуском 350°C. В качестве эталонных использовали серийные пилы.

Для испытаний термически обработали 250 пил, часть из которых прошла замеры геометрических параметров зубьев. Замеры параметров зубьев после испытаний позволили оценить их износ.

Таким образом, объектами испытаний были линтерные пилы, упрочненные по следующим вариантам.

1. Серийные из стали У8, без дополнительного упрочнения.

2. Серийные из стали У8, закаленные импульсным индукционным нагревом периферийной зоны с последующим спрейерным охлаждением и самоотпуском.

3. Пилы из стали 65Г, после объемной закалки с использованием эффекта сверхпластичности при закалочном охлаждении для сохранения плоскостности, отпуск 350°C.

4. Пилы из стали 65Г, закаленные ЭТЦО периферийной зоны с последующим спрейерным охлаждением и отпуском при 250...300°C.

Твердость после термического упрочнения была следующая.

1. Серийные – твердость тела и зубьев одинаковая – HRC 33...35.

2. Серийные – после импульсной индукционной закалки периферийных зон имели твердость тела HRC 33...35, зубьев – по впадине HV<sub>50</sub>=5752 МПа, по вершинам – HV<sub>50</sub>=4920 МПа.

3. Пилы из стали 65Г после объемной закалки имели твердость HRC=50...52.

4. Пилы из стали 65Г после ЭТЦО периферийных зон имели твердость тела HRC 40...42, на впадине зуба HV<sub>50</sub>=5930 МПа, по вершине зуба HV<sub>50</sub>=4920 МПа.

Для проведения испытаний были взяты по восемь линтерных пил для каждого варианта упрочнения.

Линтерные пилы были установлены на третий линтер третьей батареи второго съема хлопкоочистительного завода. Для получения наиболее объективных данных, исключающих влияние места расположения пил на барабане, был использован следующий порядок установки пил. Вначале устанавливались три пилы заводские, затем одна пила одного варианта упрочнения, три пилы заводские – одна пила второго варианта упрочнения и т.д.

Замеры контрольных зубьев испытуемых пил проводили на инструментальном микроскопе МБИ-1 с точностью 0,005 мм. Замерялись высоты зуба от его впадины до вершины. На каждой пиле измерялась высота четырех зубьев по диаметрально противоположным направлениям. Как уже указывалось, величина износа оценивалась по разнице высот зубьев до и после испытания. Результаты промышленных испытаний оказались достаточно близкими к результатам стендовых испытаний.

Практическое использование результатов проведенных исследований осуществлено путем передачи материалов по технологии МЭТЦО периферии дисковых пил на завод "Электроаппарат". Разработанная технология упрочнения обеспечивает сохранение плоскостности, значительно увеличивает износостойкость пил, дает возможность выбора менее дефицитных сталей. Передается также конструктивная схема оснастки для осуществления разработанной технологии.

Хлопкоочистительные заводы Южно-Казахстанской области эксплуатируют большое количество джинных и линтерных пил. Масса одной пилы 0,6 кг, а с учетом отходов на одну пилу требуется 0,807 кг стали.

Согласно технологическому регламенту [12] переработки хлопка-сырца предусматривается после затупления пил их заточка на автоматической пилоточке. После трех заточек производится пересечка зубьев. Таких пересечек три. Применение импульсной индукционной закалки перифе-

рии пил увеличивает их стойкость в 2 раза при возможной замене стали У8 на холоднокатаную ленту стали 65Г.

Экономическая эффективность разработанной технологии термической обработки дисковых пил приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Сталь У8		Сталь 65Г – предлагаемая техно- логия (МЭТЦО)
	базовая технология	предлагаемая тех- нология (МЭТЦО)	
Годовой объем производства пил, шт	3600000	2400000	2400000
Расход металла на 1 шт. пилы, кг	0,807	0,807	0,807
Годовое потребление металла, т	3000	1920	1920
Стоимость 1 т пильной стали, тенге	125 000	125 000	94 500
Стоимость всей потребляемой стали, тенге	375 000 000	240 000 000	181 440 000
Экономия, тенге	-	135 000 000	193 560 000

Таким образом, стендовые испытания, проведенные в условиях трения о незакрепленную абразивную массу (песочная ванна) опытной партии линтерных пил из различных сталей и различных вариантов термического упрочнения, показали, что наилучшую износостойкость имеют пилы из стали 65Г после импульсной индукционной закалки периферийных зон, а также пилы после циклической закалки.

Промышленные испытания опытной партии линтерных пил, проведенные на линтерах хлопкоочистительных заводов, показали результаты, близкие к стендовым испытаниям. Износостойкость пил после импульсной индукционной закалки почти в 2 раза превышала износостойкость серийных.

Разработанная технология импульсной индукционной закалки токами высокой частоты периферийных зон джинных и линтерных пил из сталей У8 и 65Г, а также эскизы оснастки для ее осуществления переданы в производство с большим экономическим эффектом.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан новый способ МЭТЦО дисковых тонкостенных пил на основании анализа температурно-напряженного состояния, проведенного с помощью ЭВМ.

2. Показана перспективность замены дорогостоящей термически обработанной

стали У8 для пил на более дешевую холоднокатаную сталь 65Г. Стендовыми и промышленными испытаниями пил из стали 65Г, подвергнутыми МЭТЦО периферии пил, установлено двукратное возрастание их износостойкости по сравнению с серийными из стали У8.

3. В результате проведенных исследований разработана новая технология МЭТЦО, конструкция оснастки для бездеформационной закалки дисковых пил. Новая технология упрочняющей обработки позволяет заменить дорогостоящую сталь У8 на более дешевую сталь 65Г.

4. Использование данной технологии позволит увеличить срок службы дисковых пил в 2...3 раза по сравнению с известными способами упрочнения. При производстве дисковых пил экономия за счет замены стали У8 на сталь 65Г и за счет упрочнения составит порядка 193 560 000 тенге в год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Термическая обработка в машиностроении / Под ред. Ю.М. Лахтина и А.Т. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980.

2. Гребенник В.М., Гордиенко А.В., Цапко В.К. Повышение надежности металлургического оборудования. – М.: Металлургия, 1988.

3. Пилы хлопкоочистительных машин. ГОСТ 1413–74. – М.: Госкомитет стандартов Совета Министров СССР.

4. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1975.

5. Деревянко В.И., Гинзбург Б.И., Беда Н.И. Упрочнение дисков пил горячей резки металлов. // Сталь. – 1977, №5. С.444...445.

6. Пилы хлопкоочистительных машин. ОСТ 27-72-23481.

7. Якунин Н.К. Круглые пилы и их эксплуатация. – М.: Лесная промышленность, 1977.

8. Лента стальная холоднокатаная для пил хлопкоочистительных машин. ГОСТ 5497–80. – М.: Госкомитет СССР по стандартам. Дата введения 01.01.1988 г.

9. Лента холоднокатаная из углеродистой конструкционной стали. Технические условия. ГОСТ 2284–79. – М.: Госкомитет СССР по стандартам.

10. Лента холоднокатаная из инструментальной и пружинной стали. Технические условия. ГОСТ 2283–79. – М.: Госкомитет СССР по стандартам.

11. Абдул-Разаков Э.М. Металлографические и механические исследования джинных пил и колосников отечественного и американского производства. – Отчет по теме 3/2-71-17, ТИТЛП, 1475.

12. Технологический регламент переработки хлопка-сырца. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1986.

13. Колмыкпаев Б.К., Исламкулов К.М. Влияние на износостойкость плотности дислокаций и твердо-растворного упрочнения в стали с мартенситной структурой // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз, 2004, №2. С.192.

14. Колмыкпаев Б.К., Исламкулов К.М. Влияние дисперсных частиц второй фазы на упрочнение ферритной матрицы // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз, 2004, №2. С.245.

15. Arapov B., Seitkazenova K., Seraliev E. The approximate method of calculation of the four-cylinder power engine of double-action during a design. – Shymkent, 2014, № 2(11). P. 84...93.

16. Исламкулов К.М., Колмыкпаев Б.К. Высокочастотная закалка дисковых пил // Наука и образование Южного Казахстана. – Шымкент: ЮКГУ, 2004, №5. С.84.

17. Колмыкпаев Б.К., Исламкулов К.М. Исследование структуры и свойства сталей для изготовления дисковых пил. – Туркестан: МКТУ, Хабаршысы, 2005, №2. С.15.

#### REFERENCES

1. Termicheskaja obrabotka v mashinostroenii / Pod red. Ju.M. Lahtina i A.T. Rahshtadta. – М.: Mashinostroenie, 1980.

2. Grebennik V.M., Gordienko A.V., Sapko V.K. Povyshenie nadezhnosti metallurgicheskogo oborudovaniya. – М.: Metallurgija, 1988.

3. Pily hlopkoochistitel'nyh mashin. GOST 1413–74. – М.: Goskomitet standartov Soveta Ministrov SSSR.

4. Geller Ju.A. Instrumental'nye stali. – М.: Metallurgija, 1975.

5. Derjavjanko V.I., Ginzburg B.I., Beda N.I. Uprochnenie diskov pil gorjachej rezki metallov. // Stal'. – 1977, №5. S.444...445.

6. Pily hlopkoochistitel'nyh mashin. OST 27-72-23481.

7. Jakunin N.K. Kruglye pily i ih jekspluatacija. – М.: Lesnaja promyshlennost', 1977.

8. Lenta stal'naja holodnokatanaja dlja pil hlopkoochistitel'nyh mashin. GOST 5497–80. – М.: Goskomitet SSSR po standartam. Data vvedenija 01.01.1988 g.

9. Lenta holodnokatanaja iz uglerodistoj konstrukcionnoj stali. Tehnicheskie uslovija. GOST 2284–79. – М.: Goskomitet SSSR po standartam.

10. Lenta holodnokatanaja iz instrumental'noj i pruzhinnoj stali. Tehnicheskie uslovija. GOST 2283–79. – М.: Goskomitet SSSR po standartam.

11. Abdul-Razakov Je.M. Metallograficheskie i mehanicheskie issledovanija dzhinnyh pil i kolosnikov otechestvennogo i amerikanskogo proizvodstva. – Otchet po teme 3/2-71-17, TITLP, 1475.

12. Tehnologicheskij reglament pererabotki hlopka-syrca. – М.: CNIITJellegprom, 1986.

13. Kolmykpaev B.K., Islamkulov K.M. Vlijanie na iznosostojkost' plotnosti dislokacij i tverdo-rastvornogo uprochnenija v stali s martensitnoj strukturoj // Mehanika i modelirovanie processov tehnologii. – Taraz, 2004, №2. S.192.

14. Kolmykpaev B.K., Islamkulov K.M. Vlijanie dispersnyh chastic vtoroj fazy na uprochnenie ferritnoj matricy // Mehanika i modelirovanie processov tehnologii. – Taraz, 2004, №2. S.245.

15. Arapov B., Seitkazenova K., Seraliev E. The approximate method of calculation of the four-cylinder power engine of double-action during a design. – Shymkent, 2014, № 2(11). P. 84...93.

16. Islamkulov K.M., Kolmykpaev B.K. Vysokochastotnaja zakalka diskovyh pil // Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana. – Shymkent: JuKGU, 2004, №5. S.84.

17. Kolmykpaev B.K., Islamkulov K.M. Issledovanie struktury i svojstva stalej dlja izgotovlenija diskovyh pil. – Turkestan: MKTU, Habarshysy, 2005, №2. S.15.

Рекомендована кафедрой информации и стандартизации. Поступила 08.04.16.