

---

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазНУТУ**

**VESTNIK KazNRTU** \_\_\_\_\_

**№ 4 (140)**

---

<i>Туржанова К.М., Коньшин С.В., Солощенко А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 4G ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЗКОПОЛОСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА.....	485
<i>Сақан Қ.С., Алғазы К.Т., Дюсенбаев Д.С.</i> О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ БЛОКА MIXER2 АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «QAMAL» .....	492
<i>Капалова Н., Варенников А.</i> МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИМИ КЛЮЧАМИ НА ОСНОВЕ НПСС.....	499
<i>Дюрягина А.Н., Луценко А.А., Тюканько В.Ю.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНО-МИКРООПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ АНАЛИЗА ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МОДИФИКАТОРОВ-СТАТЬЯ ДОБАВЕНА	505
<i>Макулбекова Г.О., Кочеров Е.Н., Пивоваров А.А., Кенжалиева Г.Д., Мамитова А.Д.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОВМЕСТНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН КЫНГЫРАК-КЕЛЕССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЗОЛЫ ТЭС С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ КЕРАМОГРАНУЛЯТОВ.....	511
<i>Оралбаев С.Ж., Жетпейсов М.Т., Илямов Х.М., Бисекен А.Б., Сапарбаев Е.Т.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.....	516
<i>Исахов А.А., Тонг Янг, Байтуреева А.Р.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЭКИБАЗТУСКОЙ ГРЭС-1 В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	522
<i>Колисниченко С.Н., Савинкин В.В., Колисниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н.</i> <b>ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА НАСОСА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЕК ВАЛОВ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫМИ КОЛЬЦАМИ</b> .....	530
<i>Шульц Р., Солтабаева С., Сейтказина Г.</i> ОБЩИЙ ПОДХОД К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	534
<i>Айнабекова С.С., Шеров К.Т., Габдысальк Р., Доненбаев Б.С., Сатыбалды Ж.Ж.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ДИСКОВОЙ ПИЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РЕЗАНИЯ НА ВРЕМЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ.....	541
<i>Тусупова С.О., Шеров К.Т., Иманбаев Е.Б., Имашева К.И., Габдысальк Р.</i> МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НАПЛАВОЧНЫХ СЛОЕВ ПРИ НАПЛАВКЕ РАЗЛИЧНЫМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	547

УДК 621.689: 621.824.32

<sup>1</sup>S.N. Kolisnichenko, <sup>1</sup>V.V. Savinkin, <sup>1</sup>S.V. Kolisnichenko, <sup>2</sup>L.A. Kisilev, <sup>3</sup>V.N. Kuznetsova  
(<sup>1</sup>M. Kozybayev North Kazakhstan State University, <sup>2</sup>Direktor of Replazma LLP, Petropavlovsk,  
Kazakhstan, <sup>3</sup>Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia.  
e-mail: svetlana\_ko-ko@mail.ru)

**INCREASING THE OPERATION PERIOD OF THE DRILLING RIG PUMP BY RESTORING  
THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE SHAFT NECKS BY USING  
HEAT-STRENGTHENED RINGS**

**Abstract:** This article provides the results of research in the field of shaft restoration with the use of additional service components. The enabling technology of restoration by the means of escalating working surfaces with the use of heat-strengthened rings divided into sections is suggested. This method allows enhancing the nomenclature of the "Val" system repaired dimensions and to increase reliability and operation period of the restored parts. Key parameters of the technological process for restoring the original physical and mechanical properties of the worn surfaces are also provided.

**Keywords:** restoration, drilling complex pump, heat-strengthening of the rings, operation period.

<sup>1</sup>С.Н.Колисниченко, <sup>1</sup>В.В.Савинкин, <sup>1</sup>С.В.Колисниченко, <sup>2</sup>Л.А.Киселев, <sup>3</sup>В.Н.Кузнецова  
(<sup>1</sup>Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,  
<sup>2</sup>Директор ТОО «Ремплазма», Петропавловск, Казахстан,  
<sup>3</sup>Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, Омск, Россия.  
e-mail: svetlana\_ko-ko@mail.ru)

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА НАСОСА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ  
ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЕК ВАЛОВ  
ТЕРМОУПРОЧНЕННЫМИ КОЛЬЦАМИ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований в области восстановления валов с помощью дополнительных ремонтных деталей. Предложена высокоэффективная технология восстановления путем наращивания рабочих поверхностей с использованием термоупрочненных колец, расчлененных на секции. Данный способ позволяет расширить номенклатуру ремонтных размеров системы «Вал», повысить надежность и долговечность восстанавливаемых деталей. Также приведены основные параметры технологического процесса восстановления первоначальных физико-механических свойств изношенной поверхности.

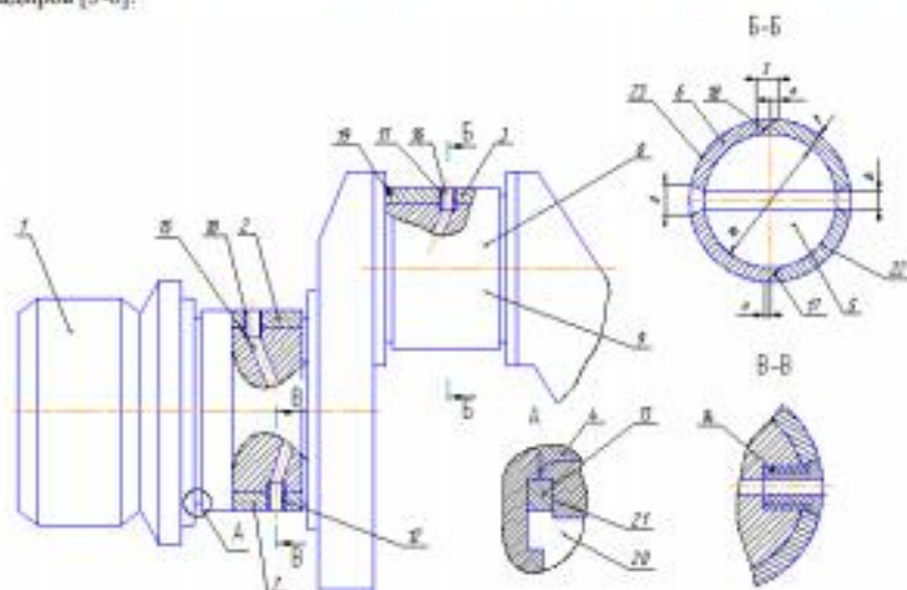
**Ключевые слова:** восстановление, насос бурового комплекса, термоупрочнение колец, долговечность.

**Введение.** В процессе эксплуатации нефтедобывающих машин и комплексов, неизбежно происходит снижение эффективности их эксплуатации. Основными критериями эффективности приняты ресурсная долговечность и производительность нефтедобывающей установки. Одна из причин снижения производительности является отказ приводных агрегатов и силового привода насоса. Из анализа актов обследования аварийных насосов установлено, что основная доля отказов насосов происходит по причине увеличивающихся прецизионных зазоров коренных и опорных шеек эксцентрикового и трансмиссионного валов. Работоспособность насосов машины, и в частности колечных валов определяется техническим уровнем изделий, системой технического обслуживания (ТО) и ремонтов, а также условиями эксплуатации [1, 2]. В силу жергоекго производства и дороговизны приобретения новых валов, как альтернатива решения дефицита предлагается ответственные детали восстанавливать технологичными методами. Несмотря на большой вклад ученых в разработку технологичных методов восстановления сопряженных деталей остается нерешенной проблемой по разработке единого метода обеспечения ремонтных размеров с сохранением первоначальных физико-механических свойств поверхности.

В мировой практике известны способы восстановления деталей, изношенных в процессе работы бурового насоса. Одни из них — это вибродуговая наплавка, преимуществом которой считается, что термическое влияние оказывается на небольшую зону, благодаря чему обеспечивается малый нагрев самой детали. При помощи данного метода можно получить наплавленный металл с необходимой износостойкостью и твердостью, и наплавка может иметь толщину 0,8 – 3,5 мм. Недостатком является, то что усталостная прочность детали снижается на 35 – 45% [3]. Так же может быть использована платменная наплавка, преимуществом которой является получение наплавленного металла высокого качества, но основной недостаток метода заключается в высокой стоимости процесса восстановления.

Возможно восстанавливать поверхности наплавкой под слоем флюса, где в ходе процесса происходит наплавка металла высокого качества (наплавка характеризуется высокой износостойкостью). Процесс наплавки обладает высокой технологической сложностью, характеризуется образованием шлаковой корки. При помощи данного метода нельзя восстанавливать поверхности, имеющие высокую степень износа [2,3].

**Методы и результаты.** Решить данную технологическую задачу по увеличению ресурса службы деталей, вышедших за предельно допустимые размеры, предлагается восстановлением геометрических параметров шеек валов. Сущность которого заключается во внедрении специально обработанных термоупрочненных колец с замковыми пазами. По предложенному способу восстановления в качестве ремонтной детали использовался коленчатый вал, общий вид которого схематично представлен на рисунке 1. Контакт секций с рабочими поверхностями обеспечиваются с натягом, а секции стыкуются между собой с помощью скосов. Предлагаемая технология восстановления позволяет обеспечить повышение износостойкости, долговечности и устойчивости против задиров [3-6].



**Рис. 1.** Общий вид вала после реставрации с применением термоупрочненных колец

- 1- коленчатый вал; 2, 3-рабочие поверхности шеек коленчатого вала; 4-коренные шейки коленчатого вала;
- 5 - шатунные шейки коленчатого вала; 6,7,8,9-секции дополнительных ремонтных колец (ДРК);
- 10,11,12,13 - закладные элементы;14-вертыши на резьбе; 15-масляный канал; 16 - отверстие масляного канала; 17,18 - стыки; 19-прихватка; 20- технологические впадины выполненные на шеек коленчатого вала;
- 21-уступ на торце секции; 22-фрикционное покрытие, нагруженная поверхность секции (постукольца)

В процессе восстановления геометрических размеров рабочих поверхностей, коленчатого вала предварительно поверхность подвергают механической обработке - шлифовке [8,9]. Коренные шейки обрабатывают до диаметра  $D_1$ , шатунные - до  $D_2$ , при этом диаметры  $D_1$  и  $D_2$  соответственно составляют  $0,99-0,95^{+0,02}$  диаметров коренных и шатунных шеек от последнего ремонтного размера. Затем изготавливают секции 6, 7, 8, 9. Секции в зависимости от восстанавливаемого диаметра могут быть выполнены в виде полуколец, составляющих часть окружности рабочей поверхности шеек. После обработки поверхностей, подлежащих восстановлению, производят закрепление секции на валу. В случае если технологически конструкция вала имеет масляные каналы, то закрепляют секции с использованием одного или более закладных элементов. В качестве закладных элементов используют вертыши или стопорные кольца. Вертыши устанавливают на резьбе, выполненной в отверстиях масляных каналов. Все закладные элементы содержат отверстия, соосные с масляными каналами для обеспечения смазки рабочих поверхностей после их реставрации. Изготавливают и собирают секции на рабочих поверхностях вала по диаметрам  $D_1$  и  $D_2$  с натягом, равным или большим  $0,001$  соответствующего диаметра рабочей зоны (шейки) восстанавливаемого вала, соответственно  $\geq 0,001$

$D_1$  и  $\geq 0,001 D_2$ . Секции между собой стыкуют с помощью скоса. Величину скоса  $S$  принимают равной или большей  $0,1$  толщины стыкуемых секций, а направление стыка совмещают с направлением вращения вала. Стыки 17, 18 замыкают при помощи паяного или сварного шва. Температуру плавления металла шва задают не выше температуры плавления материала стыкуемых секций. Каждая из секций, с одной торцевой кромки состыкована с изделием со стороны галтелей, при этом контакт секции с рабочими поверхностями в зоне галтельного перехода обеспечивают по радиусу  $Z$  не менее половины толщины  $t$  контактируемой секции.

Секции изготавливали из стали 40,35,40X, а толщину секций задавали из расчета ремонтных размеров и припуска на окончательную шлифовку и полировку шеек после реставрации. После изготовления колец методом точения и штамповки производили их термообработку до получения твердости в пределах 40-45 HRC. На внутреннюю поверхность секций наносили покрытие 22 толщиной до 0,05 мм из смеси железа (основа) с добавкой меди до 4% или бабита. При отсутствии покрытия стыки замыкали паяным швом с использованием припоя. Пайку осуществляли газоплазменной горелкой. Сварку производили в среде инертного газа проволокой КМЦ-3-1. Температура термообработки составляла  $T_1=950^{\circ}\text{C}$ , а температура плавления припоя  $T_2=270^{\circ}\text{C}$  [10].

Экспериментально установлено, что в случае, если  $t < 1/2 t$ , то возможен перелом коленчатого вала в процессе эксплуатации. Прихватки выполняют в зоне установки закладных элементов, а длины их принимают равными от 5 до 10 толщины секций. При диаметрах  $D_1$  и  $D_2$ , при которых секции не представляется выполнить в виде полуколец, сборку секций осуществляют с помощью закладных элементов 13, которые изготавливают в виде стопорных колец, которые укладывают в ниши 20, выполненные на щеках коленчатого вала. При использовании припоя укладку закладного элемента осуществляют в зазор между секциями и щекой коленчатого вала. При использовании стопорных колец на торце секции выполняют уступ 21. Для обеспечения плотного контакта и повышения надежности на внутреннюю поверхность секции наносят фрикционностойкое покрытие, например, на основе железа [13-15,17].

На наружную поверхность методом плазменного напыления наносят износостойкое покрытие, на основе сплава Ni-Gr-B-Si [15 - 19]. При укладке закладных элементов в виде припоя в секциях 6, 7 выполняют потан диаметром  $d$ , который задают равным наружному диаметру накладного элемента 11, а внутренний диаметр закладного элемента 11 выполняют равным диаметру  $d_1$  масляного канала, с целью обеспечения доступа смазки в рабочие зоны и обеспечения надежности закрепления секции на коленчатом валу.

При закреплении секций на валу с помощью закладных элементов в виде ввертышей предлагается использовать схему, представленную на рисунке разрез В-В. Ввертыши 10, 12, выполняют в виде пустотелого винта, причем головку винта фиксируют в секции с помощью ступенчатого потая, а внутренние отверстия выполняют и совмещают с масляными каналами на резьбе. Кроме того, при значительных износах рабочих шеек валов в процессе их реставрации требуется увеличить толщину  $t$  секции, в этом случае в зоне отклонения проектной оси  $S$  со стороны нахлестки выполняют притупление П. Величина притупления должна быть не больше половины угла отклонения проектной оси. При увеличении угла притупления в процессе проплавления нарушается плотность сварного шва в контактной зоне проплавления. А в случае отсутствия технологического притупления происходит не провар металла, что снижает адгезионную прочность и надежность сварочного соединения. Предложенная технология апробирована в ТОО «Ремплазма».

**Заключение.** Таким образом, важнейшее направление по повышению надежности и эффективности работы эксцентриковых и трансмиссионных валов насосов добывающих машин – это применение энергоэффективных технологий восстановления.

**Выводы:**

1. Экспериментально установлено, что наилучшие показатели по износостойкости и усталостной прочности шеек валов насосов обеспечивает установка стальных термоупрочненных дополнительно-ремонтных колец (ДРК).

2. Способ восстановления методом установки термоупрочненных колец на 7% повышает долговечность высоконагруженных узлов насоса буровой установки при оптимальном соотношении между затратами и производительностью.

3. Предложенный способ расширяет номенклатуру ремонтных размеров шеек валов насосов за счет обоснованного диаметра термоупрочненных колец и применения плазменного напыления со сложной порошковой композицией на никелевой основе. Технологическая операция поверхностного

напыления позволяет управлять физико-механическими свойствами, обеспечивающие безотказную работу прецизионных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сергеев Н.Н., Сергеев А.Н., Давошки Ю.С. и др. Современные технологии восстановления деталей Учебное пособие. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. — 112 с

[2] Чеботарев М.И., Кадаров М.Р. Выбор оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали Учебное пособие. — Краснодар: КубГАУ, 2016. — 91 с. — ISBN 978-5-00097-184-0.

[3] Томашев А.К., Проблемы восстановления геометрических параметров криволинейных валов и фланца цилиндра датателей строительных и дорожных машин / А.К. Томашев, С.Н. Колесниченко // Актуальные вопросы современности: Международный научный журнал №3. — Караганда, 2007. — 258-260 с.

[4] V. V. Savinkin, T. Yu. Ratzhnaya, A. A. Ivanishev, A. R. Suleva, O. V. Ivanova, S. N. Kolosnichenko «Study on the Optimal Phase Structure of Recovered Steam Turbine Blades Using Different Technological Spray Modes for Deposition of Al2O3»Universiti Malaysia Perlis, The 5th International Conference on Green Design and Manufacture 2019, IConGDM 2019 – Bandung, Indonesia 29-30 April 2019

[5] V.N. Kuznetsova, V.V. Savinkin. More Efficient Rotation of Excavator Platforms. ISSN 1068-798X, Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 8, pp. 667–671. © Allerton Press, Inc., 2017. P.667 – 671.

[6] Томашев А.К., Савинкин В.В., Киселев Л.А. Обоснование выбранного материала покрытия при плазменном напылении материала основы // Международный научный журнал: технология и механика производственных процессов. – М. : Караганда: Болашақ-Баспа. – 2008. – №4 (17). – С. 281-285.

[7] В.В. Савинкин, Т.Ю. Ратушная, Абильмажинова А.А. Исследования концентрации внутренних напряжений в лопатках турбины ТЭЦ методом магнитной памяти металла. Научно-технический журнал "Метрология". – Астана. - КазИИМетр №1/ 2017г. – С. 33 - 43.

[8] Баддеко Ф. Д. Расчеты бурового оборудования. Учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2012. – 428 с.

[9] Казанников О.В., Тузова Н.С. Восстановление деталей и сборочных единиц Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. — 115 с. — ISBN 978-5-7389-1444-7

[10] ГОСТ 5639-82 Сталь и сплавы. Методы обнаружения и определения размера зерна (2003)

[11] Войтенко, В.С. Технология и техника бурения: Учебное пособие / В.С. Войтенко, А.Д. Смычкин, А.А. Тухто. - М.: Инфра-М, 2019. - 320 с.

[12] Войтенко, В.С. Технология и техника бурения. В 2 ч. Ч. 1. Горные породы и буровые технологии. Учебное пособие / В.С. Войтенко, А.Д. Смычкин, А.А. Тухто, С.Ф. Шемет. - М.: Инфра-М, 2015. - 320 с.

[13] Овчинников, В.В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов (сво) / В.В. Овчинников. - М.: КниРус, 2017. - 160 с.

[14] Андреевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р.А. Андреевский. - М.: Баном, 2014. - 252 с.

[15] Захаров, А.Ю. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем: Учебное пособие / А.Ю. Захаров. - СПб.: Лань, 2016. - 256 с.

[16] Сироткин, О.С. Основы инновационного материаловедения: Монография / О.С. Сироткин. - М.: Инфра-М, 2016. - 288 с.

[17] P. McKenna, D. Neely, R. Bingham, D. Jaroszynski (Eds.), "Laser-Plasma Interactions and Applications" (1st ed., Springer, 2013).

[18] C. Cuevas Arteaga, J.A. Rodríguez, C.M. Clemente, J.A. Segura, G. Urquiza, Y.El. Hamzaoui, Engineering Failure Analysis 35, 576-589 (2013).

[19] Goekanov E.S. Different remanence states and their resistance to external effects. Discussing the so-called magnetic memory method // Insight. - 2015. - №12. - V. 57. - P. 709-717.

Колосниченко С.Н., Савинкин В.В., Колесниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н.

**Бұрғылау қалдығымы сорғысаның ресурсын ыстыққа төзімді сәксиялармен білістер мойындарының геометриялық параметрлерін қалпына келтіру жолымен арттыру**

**Түйіндемесі.** Мақалада қосымша болшектердің көмегімен білістерді қалпына келтіру саласындағы терісәлерді талдаудың нәтижелері келтірілген. Секцияларға бөлінген ыстыққа төзімді сәксияларды пайдалана отырып, жұмыс бетін қалдырату жолымен қалпына келтірудің төзімді технологиясы ұсынылған. Бұл әдіс «Біліс» жұбісінің жөндеу өлшемдерінің номенклатурасын кеңейтуге қалпына келтірілген болшектердің сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар қозғалған беттердің бастапқы физика-механикалық қасиеттерін қалпына келтірудің технологиялық процесінің негізгі параметрлері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** қалпына келтіру, бұрғылау кешенінің сорғысы, ыстыққа төзімді сәксия, ұзақ мерзімділік.