

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2024)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/KBNH3045>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,210

Импакт-фактор КазБЦ – 0,406

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажибоева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Lapuerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МРНТИ 55.13.17

<https://doi.org/10.48081/NGLL4420>

Е. Т. Абильмажинов, *Д. С. Гражданкин

Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан, г. Семей

*e-mail: d.grazhdankin96@yandex.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИЛОДЕРЖАТЕЛЕЙ
ВАЛКОВОЙ СРЕДНЕХОДНОЙ МЕЛЬНИЦЫ**

Данная статья представляет результаты опытно-промышленных испытаний по оптимизации технологии изготовления билодержателей валковой среднеходной мельницы типа МВС. Мельницы МВС широко применяются в промышленности для измельчения и сортировки различных материалов. Непосредственно на билодержателях происходит закрепление бил на роторах в молотковых мельницах и дробилках. Основная цель эксперимента состояла в повышении эффективности технологического процесса изготовления билодержателей, сокращение сроков изготовления и снижении затрат на производство, без потери качества и длительности службы. Технологический процесс получения отверстий билодержателей был изменен с механической обработки на термическую резку. Термическая резка обеспечивает быстрое и точное разделение материала, что дает преимущество при работе с толстыми или твердыми материалами. С развитием технологий механическая резка вытеснила механическую обработку на деталях и изделиях, не требующих большой точности изготовления.

Для проведения эксперимента была изготовлена опытная партия и установлена на одной из мельниц электростанции АО «ЕЭК» г. Аксу. Программа опытно-промышленных испытаний направлена на изучение образцов во время плановых ремонтов, а также на определения состояния всех механизмов мельницы МВС.

Ключевые слова: билодержатель, мельница МВС, термическая резка, кислородная резка, оптимизация технологического процесса.

Введение

Мельницы МВС (Мельницы валковые среднеходные) являются эффективным оборудованием в промышленности, которое используется для измельчения и сортировки различных материалов. Главной задачей мельниц с динамическим сепаратором типа МВС является размол угля различных видов в пыль. Мельницы этого типа используются

для изготовления сырья в цементно-производственной отрасли, а также при подготовке топлива для тепловых электростанций.

После размола, угольная пыль попадает в динамический сепаратор и, за счет вращения ротора, распределяется на крупные и мелкие фракции. Крупные части повторно проходят промол, а мелкие подаются непосредственно к горелкам [1].

Билодержатели, также известные как решетчатые плиты или грейдеры, являются важной частью МВС мельниц. Они применяются для закрепления бил на роторах в молотковых мельницах и дробилках. Билодержатели представляют собой фигурные стальные пластины с отверстиями. Один конец изделия крепится на роторе мельницы, второй – предназначен для закрепления билы [2]. Под действием центробежной силы при вращении ротора билы отклоняются, сталкиваются с перемалываемой породой и дробят ее. Учитывая характер эксплуатации, билодержатели подвергаются интенсивному износу и требуют периодической замены [3]. В статье рассматривается мельница МВС с установленной на ней опытной партией билодержателей, изготовленных по измененной технологии с применением кислородной газовой резки, минимизирующая механическую обработку.

Материалы и методы

Билодержатели являются главным расходным материалом мельниц МВС. Основной целью эксперимента была оптимизация технологического процесса их изготовления путем отказа от механической обработки посадочных отверстий $\varnothing 60^{+0,4}$ и $\varnothing 46^{+0,34}$, в пользу термической резки (Рисунок 1).

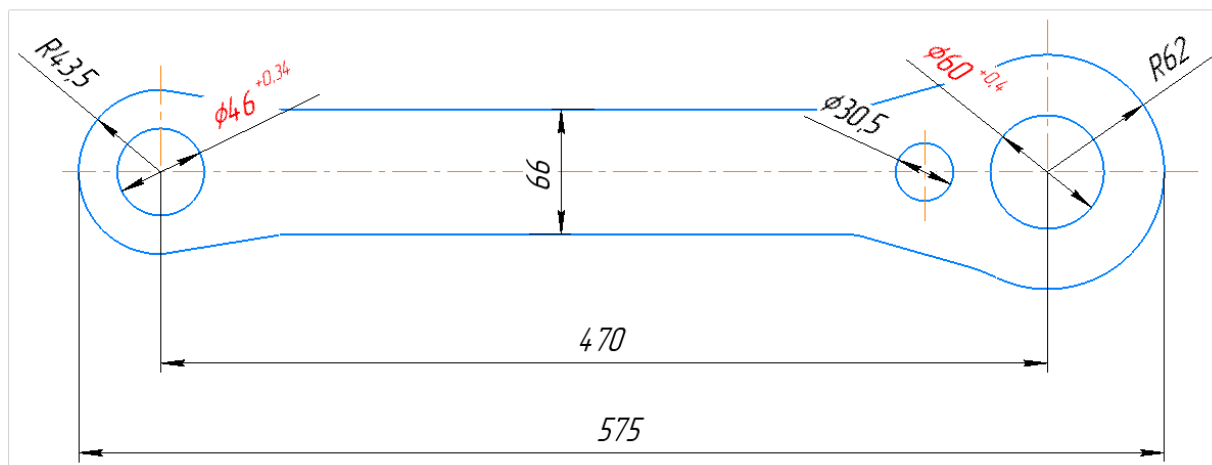


Рисунок 1 – Эскиз билодержателя

Кислородная газовая резка обеспечивает высокую точность реза, что позволяет получать детали из стали 3 с точными размерами и геометрическими параметрами. При правильной настройке станка достигается минимизация деформаций и упругих напряжений. Это важно для сохранения стабильности геометрии деталей и избежания потенциальных проблем при их использовании [4].

В ходе анализа нормативной документации на мельницы МВС, был изучен вопрос о нормах браковки билодержателей. Диски и билодержатели при износе по толщине от 3 до 8 мм или при выработке отверстий под оси и пальцы до 5 мм должны быть заменены или восстановлены методом наплавки [5]. Тем самым износ отверстий после выработки не должен превышать 5 мм от номинального размера. Опытная партия билодержателей была изготовлена на машине термической резки «Кристалл», согласно паспортным данным, точность воспроизведения заданного контура γ 0,15, что на самом деле не соответствует действительного из-за физического износа оборудования [6]. Фактические размеры отверстий опытной партии билодержателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Размеры отверстий опытных билодержателей.

Номер образца	$\varnothing 60^{+0,4}$, мм	$\varnothing 46^{+0,34}$, мм
Образец №1	60,1	46,2
Образец №2	60,3	47
Образец №3	60,7	46,8
Образец №4	61,2	47

Размеры, полученные термической резкой, выходят за пределы допуска чертежа детали. На части деталей имелся врез, оставленный пламенем кислородной дуги, который не влияет на работоспособность конструкции [7].

После изготовления экспериментальной партии была разработана программа опытно-промышленных испытаний [8], которая состояла из следующих пунктов:

Определение мельницы для проведения эксперимента. Для точности эксперимента, выбор оборудования определялся исходя из его работоспособности, т.е. мельница должна была пройти капитальный ремонт не более 1 года с момента начала испытаний.

Приемка опытной партии билодержателей. Визуальный осмотр на предмет наличия дефектов, которые потенциально могут повлиять на работоспособность, выборочный замер диаметров отверстий на 10-ти образцах из 108.

Определение временного отрезка работы опытной партии. Определено время осмотра состояния билодержателей на мельнице во время плановых ремонтов. Первый осмотр после 600 часов выработки, второй после 1800 часов выработки и третий от одного месяца до полугода в зависимости от состояния после первых двух осмотров.

Определение опытных образцов. Один комплект МВС состоит из 108 билодержателей, 4 из которых будут сниматься с мельницы после каждого осмотра для детального изучения износа посадочных отверстий и внешнего износа, который будет сравниваться с другими билодержателями, отверстия который были выполнены механической обработкой. Так как при перемолке угля имеет место быть неравномерный износ, по причине того, что крупные фракции скапливаются ближе к боковым стенкам, 2 изучаемых представителя были установлены на краю мельницы, а 2 в середине. Для дальнейшей идентификации билодержатели были помечены сваркой.

Фиксация показателей состояния основных механизмов мельницы МВС. Наблюдение возможных отклонений от оптимальных показателей по сменному журналу.

Подведение итогов опытно-промышленных испытаний. При положительных результатах эксперимента – изменение допусков в чертеже детали, изготовление новых деталей по обновленной технологии, подсчет экономического эффекта по итогам года. При отрицательных результатах эксперимента – сделать выводы, отметить положительные моменты и рассмотреть более дешевые и быстрые способы получения точных отверстий.

Результаты и методы

В ходе установки опытной партии было определено, что отверстия с большим диаметром легче монтировать на пальцы, которые в свою очередь крепят билы. Около 10% пальцев приходилось отдавать на проточку, во избежание их заклинивания при установке. Пробный запуск на холостом ходу показал, что мельница работала в штатном режиме. Зачастую, при неверной установке билодержателей происходит их моментальный вылет с оси и удар о защитный корпус МВС.

После подачи угля для размола не было обнаружено шума, который следует при неправильной работе билодержателей.

По истечению первого этапа испытаний – 600 часов. Был проведен плановый осмотр контрольных образцов. Никаких нарушений в работе мельницы МВС не произошло. (Рисунок 2.) Результаты замеров представлены в таблице 2.



Рисунок 2 – Билодержатели на мельнице МВС

Таблица 2 – Результаты замеров отверстий контрольных образцов после 600 часов работы

Номер образца	$\varnothing 60^{+0,4}$, мм	$\varnothing 46^{+0,34}$, мм
Образец №1	60,1	46,2
Образец №2	60,3	47
Образец №3	60,7	46,8
Образец №4	61,2	47

Не было выявлено внешних дефектов, влияющих на работоспособность изделия. Износ билодержателей и посадочных отверстий не превышает допустимого значения (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Опытные образцы после 600 часов работы.

Заключительный осмотр после 1800 часов испытаний и проведение замеров показали (таблица 3), что изменение посадочных размеров выявлено не было. Визуальный осмотр показал, что нет видимых дефектов, которые могут повлиять на дальнейшую работоспособность мельницы.

Таблица 3 – Результаты замеров отверстий контрольных образцов после 1800 часов работы.

Номер образца	$\varnothing 60^{+0,4}$, мм	$\varnothing 46^{+0,34}$, мм
Образец №1	60,7	46,8
Образец №2	61,2	47,1
Образец №3		Износ
Образец №4		Износ

Крайние билодержатели, принимающие на себя значительную часть больших кусковых фракций угля, изнашивались и потребовали замены, не раньше срока рабочего износа, (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Износ крайних билодержателей после отработки 1800 часов

Качество угля играет важную роль в работе мельницы МВС из-за его влияния на процесс измельчения и обработки материала. Уголь с более высоким содержанием золы и влажности может требовать особого режима работы мельницы, так как это может влиять на процесс измельчения и требования к энергии. Оптимальное качество угля может способствовать повышению эффективности и снижению затрат энергии при измельчении. Более твердый уголь может требовать более частого обслуживания и замены рабочих элементов [9].

Выводы

Исходя из предыдущего опыта, браковка билодержателей в первую очередь происходит по мере изнашивания корпуса, нежели износа отверстий. Динамика сокращения трудоемкости приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение трудоемкости билодержателей.

Операция	Норма, ч	Норма, ч
Термическая резка	0,28	0,32
Сверлильная	1	-
Слесарная	0,02	0,04
Итого:	1,3	0,36

Сокращение трудоемкости, без потери в качестве, составила 72 %.

Опытно-промышленные испытания показали, что технология изготовления отверстий на машине термической резки никак не повлияли на работоспособность мельницы МВС и ее рабочих органов. Отверстия, выполненные кислородной резкой, не подверглись большему износу, чем отверстия, выполненные механической обработкой.

Сокращая длительность производственного цикла, предприятие снижает себестоимость единицы продукции, увеличивает объем выпуска в единицу времени и становится более гибким к реалиям рынка [10].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Основные типы углеразмольных мельниц // Оборудование и технологии малого бизнеса. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://proizvodim.com/osnovnye-tipy-uglerazmolnyx-melnic.html> (дата обращения: 20.01.2024).

2 **Павлов, И. М., Федосеев, А. Е.** Анализ неисправностей рабочих органов молотковой мельницы // Интеграция науки, образования, общества, производства и экономики. Сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции. Уфа, 2022 – С. 36–42.

3 **Черноиванов, В. И., Голубев, И. Г.** Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

4 **Михайлицын, С. В., Шекшеев, М. А., Аюбашев, О. М., Стеблянко, В. Л., Федосеев, С. А.** Исследование плазменно-дуговой резки низколегированной стали 09Г2С // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова, 2017. – Т. 15. – № 2. – С. 45–53.

5 СТО 70238424.27.060.01.009-2009. Мельницы молотковые тангенциальные. Общие технические условия на капитальный ремонт.

6 **Ширшов, И. Г., Котиков, В. Н.** Плазменная резка. – Л. : Машиностроение, 1987. – 192 с.

7 **Локтионов, А. А.** Оценка качества реза листовых материалов при тонкоструйной плазменной резке // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. 2013. – № 4 (61). – С. 86–89.

8 «Правила проведения испытаний результатов опытно-конструкторских и технологических работ». Утверждены приказом Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 20 ноября 2019 года № 862

9 **Вахитов, М. Р., Хакимова, Е. Г., Толмачева, А. В., Кузнецов, М. Г., Николаев, А. Н.** Измельчение угля в конусных мельницах с крупномасштабной искусственной шероховатостью // Вестник технологического университета. – 2015. Т.18. – № 20. – С. 57–59.

10 **Старцев, П. В.** Сокращение производственного цикла предприятия как модель повышения его конкурентоспособности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – № 2 (6). – С. 96–101.

REFERENCES

1 Osnovny`e tipy` ugherazmol`ny`x mel`nicz [Main types of coal grinding mills] // Oborudovanie i texnologii malogo biznesa. URL: <https://proizvodim.com/osnovnye-tipy-ugherazmolnyx-melnic.html> (data obrashheniya: 20.01.2024).

2 **Pavlov, I. M., Fedoseev, A. E.** Analiz neispravnostej rabochix organov molotkovej mel`nicy. [Analysis of malfunctions of the working parts of a hammer mill] // Integraciya nauki, obrazovaniya, obshhestva, proizvodstva i e`konomiki. Sbornik nauchny`x statej po materialam IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ufa, 2022 – P. 36–42.

3 **Chernoivanov, V. I., Golubev, I. G.** Vosstanovlenie detalej mashin (Sostoyanie i perspektivy`). [Restoration of machine parts (State and prospects)]. – M. : FGNU «Rosinformagrotex», 2010. – 376 p.

4 **Mixajlicyn, S. V., Sheksheev, M. A., Ayubashev, O. M., Steblyanko V. L., Fedoseev S. A.** Issledovanie plazmenno-dugovoj rezki nizkolegirovannoj stali 09G2S. [Study of plasma-arc cutting of low-alloy steel 09G2S] // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta im. G. I. Nosova, 2017. – T 15. – № 2. – P. 45–53.

5 STO 70238424.27.060.01.009-2009. Mel`nicy molotkovy`e tangencial`ny`e. Obshhie texnicheskie usloviya na kapital`ny`j remont [Tangential hammer mills. General technical conditions for major repairs].

6 **Shirshov, I. G., Kotikov, V. N.** Plazmennaya rezka. [Plasma cutting] – L.: Mashinostroenie, 1987. – 192 p.

7 **Loktionov, A. A.** Ocenka kachestva reza listovy`x materialov pri tonkostrujnoj plazmennoj rezke [Assessment of the cut quality of sheet materials during fine-jet plasma cutting] // Obrabotka metallov : texnologiya, oborudovanie, instrumenty`. – 2013. – № 4 (61). – P. 86–89.

8 «Pravila provedeniya ispy`tanij rezul`tatov opy`tno-konstruktorskix i texnologicheskix rabot». [«Rules for testing the results of development and technological work»]. Utverzhdeny` prikazom Ministra industrii i infrastruktornogo razvitiya Respubliki Kazaxstan ot 20 noyabrya 2019 goda № 862.

9 **Vaxitov, M. R., Xakimova, E. G., Tolmacheva, A. V., Kuzneczov, M. G., Nikolaev, A. N.** Izmel`chenie uglya v konusny`x mel`niczax s krupnomasshtabnoj iskusstvennoj sheroxovatost`yu. [Coal grinding in cone mills with large-scale artificial roughness] // Vestnik texnologicheskogo universiteta. – 2015. – T.18. № 20. – P. 57–59.

10 **Starcev, P. V.** Sokrashhenie proizvodstvennogo cikla predpriyatiya kak model` povy`sheniya ego konkurentosposobnosti [Reducing the production cycle of an enterprise as a model for increasing its competitiveness] // Modeli, sistemy`, seti v e`konomike, texnike, prirode i obshhestve. – 2013. – № 2 (6). – P. 96–101.

Поступило в редакцию 25.01.24.

Поступило с исправлениями 27.01.24.

Принято в печать 12.03.24.

*Е. Т. Абильмажинов, *Д. С. Гражданкин*

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

Қазақстан Республикасы, Семей қ.

25.01.2024 ж. баспаға түсті.

27.01.23 ж. түзетулерімен түсті.

12.03.2024 ж. басып шығаруға қабылданды.

ОРТА ЖЫЛДАМДЫҚ БІЛКІТІ ДИЕРМЕН ҮШІН БІЛКІТІ ТҮТҚЫШТАРДЫ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ОҢТАМАЛАНДЫРУ

Бұл мақалада ОРД типті орташа жылдамдықты роликті диірмен үшін шайқау ұстағыштарын өндіру технологиясын оңтайландыру бойынша тәжірибелік сынақтардың нәтижелері берілген. ОРД диірмендері өнеркәсіпте әртүрлі материалдарды ұнтақтау және сұрыптау үшін кеңінен қолданылады. Ұсақтағыштар балгалы диірмендер мен ұсақтағыштардағы роторлардағы шайқау ұстағыштарына тікелей бекітіледі. Тәжірибенің негізгі мақсаты шайқағыш ұстағыштарды дайындаудың технологиялық процесінің тиімділігін арттыру, өндіру уақытын қысқарту және өнімнің өзіндік құнын төмендету, сапасы мен қызмет ету мерзімін жоғалтпау болды. Ұстағыштардың саңылауларын өндірудің технологиялық процесі механикалық өңдеуден термиялық кесуге ауыстырылды. Термиялық кесу материалды тез және дәл бөлуді қамтамасыз етеді, бұл қалың немесе қатты материалдармен жұмыс істегенде тиімді. Технологияның дамуымен механикалық кесу жоғары өндірістік дәлдікті қажет етпейтін бөлшектер мен бұйымдарды механикалық өңдеуді ауыстырды.

Тәжірибе жүргізу үшін Ақсу қаласындағы «ЕЭК» АҚ электр станциясының диірмендерінің бірінде тәжірибелік партия жасалып, орнатылды. Тәжірибелік сынақ бағдарламасы жоспарлы жөндеу кезінде үлгілерді зерттеуге, сонымен қатар ОРД диірменінің барлық механизмдерінің жағдайын анықтауға бағытталған.

Кілтті сөздер: шайқағыш ұстағыш, ОРД диірмені, термиялық кесу, оттегімен кесу, процесі оңтайландыру.

*E. T. Abilmazhinov, *D. S. Grazhdankin*

Semey State University named after Shakarim, Republic of Kazakhstan, Semey.

Received 25.01.24.

Received in revised form 27.01.24.

Accepted for publication 12.03.24.

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING BEATER HOLDERS FOR A MEDIUM SPEED ROLLER MILL

This article presents the results of pilot tests to optimize the manufacturing technology of beater holders for a medium-speed roller mill of the MRM type. MRM mills are widely used in industry for grinding and sorting various materials. The beaters are secured directly to the beater holders on the rotors in hammer mills and crushers. The main goal of the experiment was to increase the efficiency of the technological process for manufacturing beater holders, reduce production time and reduce production costs, without loss of quality and service life. The technological process for producing the holes of the beater holders was changed from mechanical processing to thermal cutting. Thermal cutting provides fast and precise material separation, which is advantageous when working with thick or hard materials. With the development of technology, mechanical cutting has replaced mechanical processing on parts and products that do not require high manufacturing precision.

To conduct the experiment, a pilot batch was manufactured and installed at one of the mills of the power plant of EEC JSC in Aksu. The pilot testing program is aimed at studying samples during scheduled repairs, as well as determining the condition of all mechanisms of the MRM mill.

Keywords: beater holder, MRM mill, thermal cutting, oxygen cutting, process optimization.

Теруге 18.03.24 ж. жіберілді. Басуға 29.03.24 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4203

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

e-mail: nitk.tou.edu.kz

www.stk.tou.edu.kz