ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ ПРОКАТНОГО СТАНА НА КАЧЕСТВО ГОРЯЧЕКАТАНОГО УГЛОВОГО ПРОФИЛЯ

Ташматов Р.К.

Заведующий кафедрой «Технологического машиностроения и оборудования» Алмалыкского государственного технического института

Анарбаева З.И.

Студентка группы 9б-23 ТМЖ кафедры «Технологического машиностроения и оборудования» Алмалыкского государственного технического института

Аннотация. В статье проведён комплексный анализ влияния параметров настройки сортового прокатного стана на качество горячекатаного равнополочного углового профиля. Рассмотрены технологические особенности работы промежуточной и чистовой групп клетей (17, 19, 20, 23, 24, 25, 27), влияние соблюдения линии прокатки, осевой регулировки валков, правильной установки привалковой арматуры и режимов обжатия на формирование геометрических параметров профиля.

Ключевые слова: прокатный стан, угловой профиль, калибр, линия прокатки, разнотолщинность, разноширинность, осевая регулировка.

Annotatsiya. Ushbu maqolada prokat stani sozlamalarining issiq holda prokatlangan teng gardish burchakli profillar sifatiga ta’siri har tomonlama tahlil qilingan. Unda oraliq va oqlama katakqutilarining (17, 19, 20, 23, 24, 25, 27) texnologik xususiyatlari, prokatlash yo‘nalishini nazorat qilish, jo‘va o‘qini sozlash, prokat armaturasini to‘g‘ri o‘rnatish, prokat sharoitlari maydonining geometrik parametrlarini shakllantirishga ta’siri o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: prokat stani, burchak profili, kalibr, prokat yo‘nalishi, qalinlik o‘zgarishi, kenglik o‘zgarishi, o‘qni sozlash.

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the impact of rolling mill settings on the quality of hot-rolled equal-flange angle sections. It examines the process characteristics of the intermediate and finishing stands (17, 19, 20, 23, 24, 25, 27), the impact of maintaining the rolling line, roll axial adjustment, proper installation of rolling reinforcement, and rolling conditions on the formation of the section's geometric parameters.

Key words: rolling mill, angle profile, caliber, rolling line, thickness variation, width variation, axial adjustment.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие металлургической промышленности предъявляет повышенные требования к качеству сортового проката, в том

ISSN 3030-3907

числе к горячекатаным угловым профилям. Уголки широко применяются в строительстве, энергетике, машиностроении, мостостроении и производстве металлоконструкций, где они работают как несущие и усиливающие элементы. В связи с этим к ним предъявляются строгие требования по точности геометрических размеров, равномерности толщины полок, чёткости формирования вершины угла, отсутствию серповидности и подкручивания полосы, а также по стабильности механических свойств по всей длине профиля.

В условиях сортового прокатного производства качество готового углового профиля формируется не только на чистовых клетях, но и на всех стадиях деформации металла, начиная с разрезного калибра промежуточной группы. Любые отклонения в настройке оборудования имеют накопительный характер и проявляются в виде системных дефектов на конечной стадии прокатки. Поэтому процесс настройки стана представляет собой комплексную технологическую задачу, включающую точную установку валков в осевом направлении, соблюдение линии прокатки, корректное формирование зазоров по буртам и полкам калибра, а также правильную установку привалковой вводной и выводной арматуры.

Особую роль играет соблюдение линии прокатки, поскольку её нарушение приводит к перераспределению усилий деформации, неравномерному износу калибров, нестабильности размеров профиля и снижению эксплуатационной стойкости оборудования. Практика эксплуатации сортовых станов показывает, что даже незначительное осевое смещение валков вызывает разнотолщинность полок и увеличивает динамическую нагрузку на чистовую группу клетей. В результате возрастает вероятность появления дефектов, таких как серповидность, подкручивание полосы и образование «уса» по вершине угла.

Дополнительным фактором, влияющим на качество проката, является температурный режим. Недостаточная температура металла усиливает сопротивление деформации, что приводит к изменению распределения нагрузки между клетями и ухудшению формирования геометрии профиля. Таким образом, стабильность температурного режима и последовательность настройки клетей являются взаимосвязанными элементами технологической системы.

Несмотря на наличие нормативных документов, регламентирующих допуски на размеры угловых профилей, вопросы комплексной диагностики и последовательности настройки клетей в условиях действующего производства остаются актуальными. Особенно важным является

ISSN 3030-3907

определение роли промежуточной группы клетей в формировании дефектов, которые впоследствии проявляются на контрольной и чистовой стадиях прокатки.

В связи с вышеизложенным актуальной задачей является всесторонний анализ влияния параметров настройки сортового прокатного стана на формирование геометрии горячекатаного углового профиля, выявление причинно-следственных связей между отклонениями настройки и возникающими дефектами, а также разработка обоснованного алгоритма регулировки клетей, обеспечивающего стабильное получение продукции в пределах установленных допусков.

Целью настоящего исследования является комплексная оценка влияния осевой регулировки валков, соблюдения линии прокатки, настройки зазоров калибра и положения привалковой арматуры на качество углового профиля, а также формирование технологически обоснованной последовательности настройки прокатного стана.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Вопросы калибровки валков и настройки сортовых прокатных станов подробно освещены в классических трудах по теории и технологии прокатного производства. Фундаментальные положения о распределении усилий деформации, закономерностях течения металла в калибрах и влиянии геометрии ручья на формирование профиля изложены в работах А.И. Целикова и В.В. Смирнова. Авторы отмечают, что устойчивость размеров сортового проката определяется не только конфигурацией калибра, но и точностью взаимного расположения валков, а также соблюдением технологической линии прокатки. Нарушение симметрии деформации приводит к перераспределению контактных напряжений и ускоренному износу буртов валков [1].

В исследованиях А.В. Третьякова рассматриваются технологические аспекты прокатки фасонных профилей, включая угловые. Подчёркивается, что формирование равнополочного уголка представляет собой сложный пространственный процесс деформации, в котором важную роль играет последовательность обжатий в промежуточной и чистовой группах клетей. Автор указывает, что дефекты типа разнотолщинности и разноширинности возникают вследствие несогласованности зазоров по полкам и буртам калибра, а также при несоблюдении осевой регулировки валков [2].

В монографии В.Н. Перетятько, посвящённой калибровке валков сортовых станов, детально описаны принципы проектирования разрезных и формообразующих калибров для угловых профилей. Отмечается, что

ISSN 3030-3907

разрезной калибр играет определяющую роль в обеспечении симметричного заполнения металлом, а ошибки на данной стадии практически невозможно полностью компенсировать на последующих клетях. Автор также подчёркивает значение контроля зазоров с учётом отдачи валков под нагрузкой [3].

Работы Р.Л. Шаталова посвящены вопросам эксплуатации сортовых станов и повышению стабильности размеров готовой продукции. В них указывается, что контроль нагрузки клетей может служить диагностическим признаком правильности настройки промежуточной группы. Изменение усилия прокатки или нестабильность нагрузки свидетельствуют о нарушении распределения деформации и возможном возникновении геометрических отклонений профиля [4].

Таким образом, анализ литературы показывает, что проблема обеспечения точности геометрии угловых профилей рассматривается в научных источниках преимущественно с позиций калибровки валков и теории деформации металла. Вместе с тем недостаточно систематизированы вопросы последовательности настройки промежуточной и чистовой групп клетей в условиях действующего производства, а также комплексной диагностики дефектов на основе совокупности механических, геометрических и эксплуатационных параметров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования рассматривался процесс горячей прокатки стальных уголков на сортовом прокатном стане непрерывного типа. В работе анализировались углеродистые и низколегированные конструкционные стали, применяемые для изготовления горячекатаных уголков строительного назначения (марки Ст3сп, Ст3пс, 09Г2С и аналогичные по химическому составу) [5].

Химический состав исследуемых сталей определялся в соответствии с требованиями действующих стандартов и включал контроль содержания углерода, марганца, кремния, серы и фосфора. Средний диапазон содержания углерода составлял 0,14–0,22 %, что обеспечивает удовлетворительную пластичность при горячей деформации и достаточную прочность готового профиля.

Заготовкой служили непрерывнолитые блюмы и квадратные заготовки сечением 120×120 мм и 150×150 мм. Перед подачей в прокатный стан заготовки проходили визуальный контроль поверхности, ультразвуковую дефектоскопию (при необходимости) и термическую подготовку.

ISSN 3030-3907

Экспериментальные исследования проводились на сортовом прокатном стане с последовательным расположением клетей. Линия включала нагревательную печь методического типа, черновую группу клетей, промежуточную группу клетей, чистовую группу клетей, рольганги и охлаждающее оборудование, отрезные устройства.

Нагрев заготовок осуществлялся в печах с температурным режимом 1150–1250 °C. Контроль температуры проводился с помощью пирометров и термопар.

Калибровка валков разрабатывалась с учётом поэтапного формирования профиля уголка: от квадратного или ромбического сечения к полуфабрикату и далее к окончательной геометрии. Особое внимание уделялось симметрии деформации и равномерности распределения металла в полках и стенке профиля.

Исследование включало комплекс экспериментальных и расчётных методов. Температура металла контролировалась на входе в стан, между группами клетей и на выходе из чистовой клети. Анализировалось влияние температурного интервала на сопротивление деформации и качество поверхности.

Определялись коэффициенты вытяжки, степень обжатия в каждой клети, распределение деформации по проходам, скорость прокатки (0,8–3,5 м/с в зависимости от стадии). Расчёт усилий прокатки проводился по классическим зависимостям с учётом сопротивления деформации стали при заданной температуре.

После прокатки измерялись толщина полок, ширина полок, толщина стенки, прямолинейностьи отклонения от угла 90°. Измерения выполнялись штангенинструментом, калибрами и универсальными измерительными установками. Полученные данные сопоставлялись с требованиями стандартов на горячекатаные уголки.

Для оценки структуры металла проводился нагрев стальной заготовки в камерных печах типа СНОЛ 8,2/1100, после того проводилась отбор образцов с последующей шлифовкой, травлением и исследованием под оптическим микроскопом MX-4XC PLUS. Измерение твёрдости по шкале HRC проводилось на рабочей части уголка с определением распределения твёрдости на приборе HBRV-187.5. Для оценки влияния дефектов на механические свойства прокатного уголка проведены испытания на растяжение. Испытания выполнялись на универсальной разрывной машине типа WAW-600D в соответствии с требованиями ГОСТ [6-9].

ISSN 3030-3907

Таким образом, применённый комплекс материалов и методов исследований обеспечил всесторонний анализ технологического процесса производства горячекатаных уголков. Сочетание экспериментальных измерений, металлографического анализа и расчётных методов позволило объективно оценить влияние температурных, деформационных и конструктивных факторов на качество готовой продукции и определить направления совершенствования технологии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клеть 17 (разрезной калибр) определяет симметричность заполнения профиля. Неполное или неравномерное заполнение приводит к серповидности раската и дальнейшей разнотолщинности. Настройка должна начинаться именно с этой клети. Экспериментально подтверждено, что при симметричном заполнении клети 17 нагрузка на клети 24 и 25 снижается в среднем на 8–12 %, что положительно влияет на стойкость валков.

На 19, 20, 23 клетях критично соблюдение одинаковых зазоров по полкам и соответствие зазоров по буртам табличным значениям минус 1 мм (с учётом отдачи валков). Нарушение осевой регулировки вызывает перекос валков и образование полок разной толщины. При разнице толщин полок более 0,4 мм корректировка на клетях 23 и 25 становится неэффективной, что требует возврата к регулировке клетей 20 и 19. Отбор проб после клети 20 позволил выявить, что отклонения на данной стадии в 70 % случаев обусловлены нарушением осевой регулировки.

Клеть 24 выполняет функцию стабилизации ширины полок и устранения разноширинности, полученной с клети 23. При превышении разницы ширины более 1 мм клеть перегружается, что проявляется серповидностью переднего конца полосы и неравномерным износом калибра. Таким образом, клеть 24 является диагностическим индикатором правильности настройки промежуточной группы.

На клети 25 устанавливаются роликовые коробки. Настройка производится по темплету, изготовленному с проката клети 24. Нарушение параллельности линеек или осевого положения валков приводит к дефекту «ус» и сваленности угла. Контроль осуществляется прожигом угла древесиной и анализом отпечатков на верхнем валке. Контроль прожигом древесиной показал, что чёткая и симметричная форма угла достигается при параллельности линеек коробки с зазором не более 2 мм от темплета.

При условии правильной настройки предыдущих клетей получение профиля на клети 27 не представляет сложности. Важно отсутствие перекосов валков и корректная установка вводной арматуры. Финальная

ISSN 3030-3907

клеть стабилизирует профиль. При корректной работе предыдущих клетей отклонения по толщине не превышают 0,05–0,08 мм. Основными условиями являются отсутствие перекоса валков и правильное положение вводной арматуры.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты подтверждают, что дефекты углового профиля формируются не локально, а как следствие накопления ошибок в промежуточной группе клетей. Разнотолщинность является первичным дефектом, вызывающим вторичные нарушения – серповидность и подкручивание. При этом корректировка только чистовой группы без устранения причин в клетях 17–20 приводит к увеличению динамической нагрузки и ускоренному износу оборудования. Анализ показал, что последовательность настройки имеет принципиальное значение. Начало регулировки с клети 25 или 24 без проверки клети 17 не обеспечивает устойчивого результата. Разнотолщинность менее 0,4 мм устраняется клетями 23, 25 и 27, а более значительные отклонения требуют корректировки на клетях 20, 19 и 17. Особого внимания заслуживает акустический метод контроля нагрузки клети 24. Изменение тональности во время прохождения полосы указывает на нестабильность температурного режима или изменение поперечного сечения. Данный метод может рассматриваться как элемент оперативной диагностики без остановки стана [6]. Кроме того, подтверждено, что соблюдение температурного режима (≥1050 °C) снижает вероятность возникновения локальных перенапряжений металла, влияющих на формирование угла [10].

Наличие серпа и большого «уса» свидетельствует о неправильной настройке промежуточной группы. Важным диагностическим признаком является изменение тональности звука работы клети 24 при прохождении полосы, что указывает на нестабильность нагрузки.

Предложенный алгоритм настройки включает:

1. Симметричное заполнение клети 17;
2. Контроль зазоров клетей 19–23;
3. Стабилизацию ширины на клети 24;
4. Формирование угла на клети 25;
5. Финальную калибровку на клети 27.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качество горячекатаного углового профиля напрямую зависит от соблюдения линии прокатки и точности осевой регулировки валков. Основным условием получения качественного углового профиля является

ISSN 3030-3907

строгое соблюдение линии прокатки и осевой симметрии валков. Базовой клетью, определяющей геометрию профиля, является клеть 17; настройка должна начинаться именно с неё.

Контрольная функция клети 24 позволяет оперативно диагностировать ошибки промежуточной группы. Клеть 24 выполняет не только формообразующую, но и диагностическую функцию, отражая корректность работы промежуточной группы. Формирование вершины угла в клети 25 требует высокой точности установки роликовой коробки и параллельности линеек. Допустимые отклонения по толщине полок (≤0,1 мм) и по ширине (≤1 мм) достижимы при последовательной регулировке клетей [7-8].

Установлено, что нарушение осевой симметрии и несоблюдение зазоров по полкам калибра приводит к разнотолщинности, разноширинности полок, серповидности и дефекту «ус». Предложен алгоритм последовательной настройки стана, обеспечивающий получение профиля с допусками по толщине полок не более 0,1 мм и по ширине не более 1 мм.

Комплексный подход к настройке снижает нагрузку на чистовую группу и обеспечивает стабильное соответствие продукции требованиям стандарта. Внедрение регламентированной последовательности настройки и постоянного контроля нагрузки позволяет снизить износ оборудования и обеспечить стабильное соответствие продукции требованиям стандартов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целиков А.И., Смирнов В.В. Прокатные станы // Монография. 1987 г. -512 с.

2. Третьяков А.В. Технология прокатного производства // Учебное пособие. 1995 г. -480 с.

3. Перетятько В.Н. Калибровка валков сортовых станов // Монография. 1982 г. -368 с.

5. Шаталов Р.Л. Производство сортового проката // Монография. 2001 г. -540 с.

6. А.А.Мухамедов, Р.К.Ташматов, Б.М.Сайдумаров. Анализ моделей технологического проектирования прокатки. Техника и технология машиностроения // Материалы VII Международной научно-технической конференции // с. 12-16. 2018 г.

7. D.M. Berdiev, A.A. Yusupov, R.K. Toshmatov, A.Kh. Abdullaev: Increasing Die Durability in Cold Stamping by Quenching with Intermediate Tempering | Russian Engineering Research. 42(10), 1011–1013 (2022). https://doi.org/10.3103/S1068798X22100057

ISSN 3030-3907

8. D.M. Berdiev, M.A. Umarova, R.K. Toshmatov Phase and Structural Transformations of Structural Steels in Nontraditional Heat Treatment | Russian Engineering Research, 2021, vol. 41, no. 1, pp. 46–48. https://link.springer.com/article/10.3103/S1068798X21010068
9. Darob Berdiev, Lazizbek Raufov, Mahmuda Umarova, Ravshan Tashmatov, Zarip Sadullayev, Dustmurat Fazilov, Shokhida Khojibekova.: The Influence of High-Chromium Powder Coatings on Wear Resistance of Working Parts | SpringerLink. ICoRSE 2025, LNNS 1592, pp. 15–26, 2025. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02508-1_2
10. Д.М. Бердиев, Р.К. Тошматов, А. Х. Абдуллаев. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Литье и металлургия.– 2022.– № 3.– С. 91–95. https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-3-91-95
11. А.А.Мухамедов, Р.К.Ташматов, Б.М.Сайдумаров. Повышение абразивной износостойкости сталей. Техника и технология машиностроения // Материалы VII Международной научно-технической конференции // с. 3-8. 2017 г.

ISSN 3030-3907