

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 621.77

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОСНОВЫ ИНСТРУМЕНТА РЕЖУЩИХ ЗУБЬЕВ МЕТОДОМ ПРОКАТКИ**Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н.**

Аннотация. В статье разработана технология производства основы инструмента зубков горнодобывающих комбайнов для предприятий горного машиностроения методом поперечно-клиновой прокатки. В результате долговечность инструмента увеличивалась как минимум в два раза, коэффициент использования металла увеличивается с 0,85 до 0,95, производительность труда возрастет в 2,5 раза.

Ключевые слова: прокатка, инструмент, износостойкость, пластическая деформация, компьютерное моделирование, прочность, калийные соли.

Введение. Главной причиной выхода из строя тяжелой горнодобывающей и обогащательной техники является коррозионно-абразивный износ механизмов вследствие эксплуатации в условиях коррозионных сред и высоких механических нагрузок. В результате снижается производительность горнодобывающих режущих инструментов, увеличивается расход металла за счет износа и, как следствие, себестоимость снаряжения (оборудования) увеличивается. Это напрямую зависит от Д6-22 и других видов зубцов, которые используются при добыче горных пород. Так как основу инструмента режущих зубьев получают механообработкой на токарных станках, то большое количество металла уходит в отход в виде стружки.

При изготовлении валов и осей в условиях массового и крупносерийного производства в настоящее время используются разнообразные способы обработки металлов давлением, так как они придают изделиям повышенные механические свойства, обеспечивают высокую производительность труда и экономное использование металла. Особое место среди них занимает поперечно-клиновой прокатки (ПКП) [1]. Опыт промышленного применения ПКП также свидетельствует, что для достаточно широкой группы материалов возможно устанавливать определенные технологические параметры (геометрию инструмента, степен обжатия, температуру прокатки), которые исключают вскрытие осевой полости.

Анализ публикаций по технологии ПКП [2, 3] показал, что в настоящее время для изготовления осесимметричных деталей используется методы ПКП, позволившие при разработке соответствующего инструмента, прокатывать основные типы осесимметричных деталей без применения токарной обработки. От других процессов ее выгодно отличает высокий коэффициент использования металла, возможность полной автоматизации процесса, максимальное приближение прокатной детали к

профилю изделия, широкие технологические возможности, высокая стойкость инструмента, низкий уровень шума, отсутствие источников виброколебания.

Методы исследований. Методом ПКП изготавливается широкая номенклатура изделий типа тел вращения с удлиненной осью. Их конфигурация может быть самой разнообразной: цилиндрические, конические и сфероидальные поверхности, изготавливаемые из конструкционных сталей, ряда инструментальных сталей, а также сплавов на основе меди, титана, никеля, цирконий. В процессе эксплуатации прокатанные изделия отличаются более высокой прочностью и износостойкостью. За один проход инструмента диаметральные размеры могут быть уменьшены в 4 – 8 раз. При этом обеспечивается изготовление деталей или полуфабрикатов диаметром от 2 до 120 мм, длиной от 40 до 1000 мм, максимально достигаемая тучность – 0,01 мм (на диаметре 7 мм), максимально достигаемая шероховатость поверхности - 0,6 Ra [4].

Результаты исследований и их анализ. Данная работы предлагается по технологии ПКП основного инструмента типа зубков горнодобывающих комбайнов без применения токарной обработки. Получение зубцов комбайнов горнодобывающей промышленности методом ПКП является высокопроизводительной, энерго - и ресурсосберегающей технологией, обеспечивает коэффициент использования металла 0,8-0,98, сводит к минимуму затраты на хранение и утилизацию отходов.

В настоящей работе исследования направлены на разработку методом полей линий скольжения и компьютерным методом конечных элементов оптимальной геометрии инструмента для процесса резания породы, в результате чего достигается снижение усилия резания калийной породы и повышается стойкость инструмента.

Ожидаемые результаты:

- с помощью прокатки и компьютерного моделирования улучшается геометрическая форма инструмента, режущего породы в соляных отложениях;

- увеличение стойкости инструмента не менее чем в 2 раза;

- сокращение времени, используемого для замены изношенных инструментов в технике позволяет увеличить производительность процесса;

В качестве объектов исследований использованы малолегированная сталь 35ХГСА. Марки сталей регламентируются по ГОСТ 3541–79 [5].

Металлографический анализ выполняли на ионном хромографе Metrohm 850 Professional IC (SEM-EDX) и растровом электронном микроскопе Zeiss EVO MA 10 [6].

С помощью программа QFORM строили проектные геометрические модели клиновых инструментов и сборочные конструкции [7].

Для прокатки основы инструмента зубков горнодобывающих комбайнов использован стан с горизонтальным расположением плоским клиновым инструментом [3] для высокоточной прокатки, так как он обеспечивал точное перемещение инструментов, которые могут быть изготовлены в свою очередь с высокой точностью и высокой твердостью. Благодаря высокой твердости стойкость таких инструментов (с ремонтами) может превышать миллион прокатных деталей. Инструмент изготовлен на универсальном металлорежущем оборудовании и характеризуется низкой себестоимостью. Обычно станы в свою очередь делается на станы с верхней подвижной плитой, нижней подвижной плитой и двумя подвижными плитам [8]. На нашей исследовании использована стан горизонтальным расположением плоским клиновым инструментом с верхней подвижной плитой. Стане в качества силового привода использована гидравлический поперечно-строгальный станок. Установка прокатки крепится на столе станка и выполнена в виде массивного литого башмака, в котором установлены нижняя неподвижная плита и верхняя подвижная плита, размещенная в направляющих скольжения: стал по бронзе. Расстояние между верхними и нижними инструментами регулируется клиновой плитой, закрепленной в башмаке.

При индукционном нагревании (ИН) образцы нагревали высокочастотным током (ТВЧ) до $T = 1100$ °С, продолжительность от нескольких до 20 с, затем охлаждали подачей воздуха. Для нагревания использовали

устройство ЛЗ107, для определения температуры – термопары. Важным при ИН является обеспечение закалки стали на требуемую глубину и исключение появления окалины на поверхности изделия. Преимуществами данной обработки являются высокая производительность, получение изделия с высокими механическими свойствами, возможность обработки изделий любой формы.

Условия работы зубков горнодобывающих комбайнов связаны с комплексным силовым воздействием, включающим высокие статистические и динамические нагрузки, температуры в зоне контакта, присутствие абразива. Зубок изготовлен составным: основной корпус инструмента из стали 35ХГСА, наконечник из твердого сплава ВК6, который запаян в корпус. Узким местом данной детали является зона термического влияния, образованная в результате пайки высокотемпературным припоем твердого сплава в корпус. В результате 1-2 дневной работы разупрочненная область корпуса инструмента интенсивно изнашивается, что приводит к выпадению твердого сплава из корпуса. Если вырабатываемая сталь и вмещающие породы отличаются повышенной абразивностью, высокой вязкостью и твердостью, то причиной выхода из строя инструмента является абразивный износ зубка (изготовленного из стали 35ХГСА), приводящий к выпадению твердосплавной режущей вставки.

Современные подходы компьютерного моделирования при исследовании технологии ПКП, это позволит избежать проведения натуральных экспериментов и связанных с ними затрат, получит характеристики напряженно-деформированного состояния и выявит наиболее проблемные зоны прокатываемых заготовок. В процессе проектирования имели возможность скорректировать геометрическую модель, внести изменения в параметры расчетной модели, просчитать и проанализировать несколько вариантов технологического процесс и выбирать оптимальный варианты конкретные технологии ПКП [8].

Одним из основных требований численного моделирования процесса ПКП является возможность выявления закономерностей возникновения различных дефектов (вскрытие полости, скручивание, проскальзывание заготовки и т. д.) в процессе формообразования заготовки и определения условий устойчивого протекания процесса при различных технологических параметрах без

проведения натуральных экспериментов. Для осуществления данной задачи необходимо провести серию компьютерных испытаний и проанализировать полученные результаты, что позволит ответить на вопросы, связанные с определением характеристик прокатываемой заготовки при различных параметрах прокатки.

В отличие от зарубежных исследователей, необоснованно доверяющих компьютерным моделями ПКП, мы осуществили ее тестирование путем сравнения с точными аналитическими решениями. В итоге было установлено, что применение метода компьютерных моделей, позволяет достаточно точно прогнозировать напряжения и деформации в очаге пластического течения, однако приводит к существенным ошибкам при расчете кинематических параметров прокатки и не перестраивает центрирование

поле деформаций в местное при обжатиях менее 1.02. В итоге нами установлена достоверная область получаемых решений.

На рис. 1 показан зубок РКС1.00.00.111 (а) горнопроходческого комбайна и клиновой инструмент (б) для его прокатки на стане ПКП. Заготовка диаметром 25 мм и длиной 230 мм из стали 35ХГСА нагревается ТВЧ до 1100 °С и подается на лоток 2 до упора 1. Деформирующим клином 3 на заготовке прокатываются конусные части зубка до диаметра 14 мм. Дорожки 4 предотвращают перекося заготовки в начальной стадии прокатки. Деформирующими клиньями 5 формируют ступени диаметров 24 мм и 20 мм. Отрезными ножами 6 от заготовки отделяют концевые отходы. В заключительной стадии прокатки заготовку разделяют на две детали.

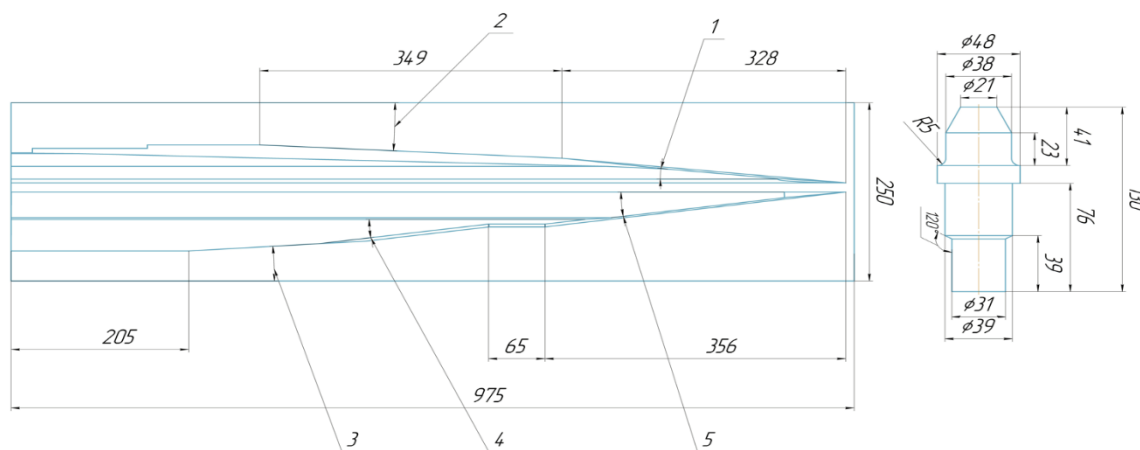


Рис. 1. Клиновой инструмент (а) для ее изготовления зубок РКС1.00.00.111 (б) горнопроходческого комбайна

Геометрические параметры деформирующего клина 3: $\beta_1=7^\circ$, $\alpha_1=17^\circ$ на длине 105 мм, $\alpha_2=33^\circ$ на длине 70 мм, $\alpha_3=31^\circ$ на длине 70 мм, $\alpha_4=12^\circ$ на оставшейся длине клина. Переменный угол наклона боковой грани клина способствует четкому оформлению конусной поверхности зубка. Максимальная степен обжатия $\delta = 1,79$. Геометрические параметры деформирующего клина 5: $\beta = 9^\circ$, $\alpha = 25^\circ$, максимальная степен обжатия $\delta = 1,25$.

Исследование прокатных образцов на электронном микроскопе показало, что неметаллические включения отрицательно сказываются на ресурсе пластичности. Микротрещины зарождаются вблизи неметаллических включений и распространяются по границам зерен металла.

После ПКП в зубке сверлится отверстие по оси конусной части, куда впаивается твердосплавный резец. После термообработки деталь готова к употреблению.

Разработанная технология получения основы инструмента зубков горнодобывающих

комбайнов методом ПКП увеличивалось стойкости инструмента не менее чем в 2 раза, заменяет токарную обработку, коэффициент использования металла увеличивается с 0,85 до 0,95, производительность труда возрастет в 2,5 раза, повышение эксплуатационных характеристики прокатных изделий на 10-15%, снижается количество металла в отход в виде стружки.

Аналогичная технология для зубка Д6-22, применяемого в шахтах для добычи соли, разработана на кафедры «Обработка металлов давлением» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова. В этом случае также заменяется процесс токарной обработки. Коэффициент использования металла увеличивается с 0,79 до 0,93, производительность труда возрастет в 8 раз.

Выводы.

1. С помощью прокатки и компьютерного моделирования улучшается геометрическая форма инструмента, режущего породы в соляных отложениях.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

| | |
|--|----|
| Негматов С.С., Икрамова М.Э., Аликулова Х.А. Стандарт намуналарни таққослаш, тажрибаларни режалаштириш ва ўлчашларни таъминлашнинг илмий ечимлари | 3 |
| Djumag'ulov Sh.X., Xamidov A.M., Boyqobilov D.B., Ro'zimuradov O.N., Todjiyev J.N. Elektrolit tarkibidagi suv va ftorid tarkibining o'zgarishi TiO ₂ nanotrubkalari morfologiyasiga ta'siri | 6 |
| Жанабаев О.О., Эминов А.М., Калбаев Б.А. Учкудук каолинининг физик-кимёвий хоссалари ва керамик материаллар ишлаб чиқаришда қўллаш истикболлари | 9 |
| Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Ekstraksion fosfor kislotasi va karbamid asosida ammoniy polifosfat olish jarayoni | 13 |
| Хаққулов Ж.М., Темиров З.Ш., Бурхонова Ш.Б. Полимер макроионларининг градиентли ва электр майдони таъсирида силжиши | 16 |
| Юсупов Ф.М., Юсупов С.К., Мирзаев З.А., Нуриддинова Д.З., Темиров Ғ.Б. Изучение влияния температуры на процессы сульфирования низкомолекулярных полиэтиленовых отходов | 21 |
| Kurbanbayeva S.A., Ikramov A., Turabdjanov S.M., Qodirov O.Sh., Kadirov X.I. Study of the composition of the "TAR-product" and the separation of asphaltene homologues | 24 |
| Касымова М.Н, Негматова К.С. Исследование процесса образования металлокомплексов в структуре хлопкового волокна и разработка оптимальных составов композиций для крашения текстильных материалов | 30 |
| Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Рихсиходжаева Г.Р., Икрамова М.Э., Кенжаев Н.А. Исследование химического состава и физико-химических свойств минерализованных пластовых вод Бердах, Сауле, АРАЛ, Сургиль и Балканских нефтегазовых скважин | 35 |
| Во'rixonov B.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B., Xayitov B.Q., Panjiyev A.X. Monoxlorsirka kislotasi efilari va aromatik aminlar asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi | 40 |

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

| | |
|---|----|
| Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абед Н.С., Косимов Ш.Б., Эргашев Н.Э., Абдураззоков А.А., Тухташева М.Н. Технология получения триботехнических композиционных термопластичных полимерных материалов и деталей для машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств и проведение их опытных испытаний в производственных условиях | 45 |
| Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения основы инструмента режущих зубьев методом прокатки | 48 |
| Khalikulov U.M., Khasanov A.S. Improvement of the mechanical properties of chromium-molybdenum steels using a modifier | 51 |
| Бегатов Ж.М., Эргашев М.С., Платошина М.М. Технологические особенности использования бандажей тяговых барабанов волоочильных машин | 57 |
| Хасанов А.С., Халикулов У.М. Термомеханическая обработка изделий из хромомолибденовой стали.... | 59 |
| Норхуджаев Ф.Р., Шукуров Ш.Т. Термик ишлов бериш ва суюқ ҳолда азотлаш режимларининг тезкесар пўлатнинг структура ва хоссасига таъсири | 67 |
| Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Almardonov S.A. Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlarini qoplashda o'tga chidamli materiallardan foydalanish | 69 |
| Шукуров Ш.Т. Оптимизация характеристик быстрорежущей стали с помощью термообработки и жидкого азотирования | 73 |

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

| | |
|--|----|
| Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Cho'liyev J.R. DA-1S markali modifikator yordamida oltingugurtning modifikatsiyalash va u asosida modifikatsiyalangan serobitum olish | 76 |
| Жалилов Ш.Н. Разработка технологии и технологических режимов прессования древесно-пластиковых композиционных плитных материалов на основе древесноволокнистого наполнителя из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных полимерных связующих | 79 |
| Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Nurdinov Z.B., Raximboyev Sh.I., Axmedova M.E. Gaz pechlarida alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasini ishlab chiqish va pech konstruksiyasini takomillashtirish | 82 |
| Xojiyeva F.J., Amonov M.R. Suvda eruvchan polimerlar asosida modifikatsiyalangan kraxmalni ohorlash jarayonida qo'llash samaradorligini o'rganish | 84 |
| Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Nuraliev O.U., Ismoilov J.B. Thermodynamics of ore thermal recovery of copper slag | 88 |