

ПРОКАТКА МОЛИБДЕНОВЫХ ШТАБИКОВ НА ЧЕТЫРЁХВАЛКОВЫХ СТАНАХ

Б.Д. Хамдуллаев¹, А.Н. Бозоров², Р.М. Михридинов²

¹Ташкентский государственный технический университет

²Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ
г. Ташкент, Узбекистан. E-mail: gupft@inbox.uz

Аннотация. В работе освещена состояние вопроса обработки давлением молибденовых заготовок методом ручной ротационной ковки и принципиально нового способа обработки-прокатка на станах с четырёхвалковыми калибрами. Результаты исследования позволили выявить существенные отличия свойств прутков полученных из катаных и кованых заготовок. За счет благоприятной схемы деформации близкое к всестороннему сжатию катаные заготовки имеют равномерную структурную проработку по сечению, высокие качества поверхности и повышает производительность труда.

Разработанные технологические режимы прокатки молибдена в калибрах позволяет повысить пластичность металла, улучшить структура и свойства получаемой продукции.

Ключевые слова. Молибден, штабик, пруток, прокатка, ковка, стан, структура.

Молибден полученный способом порошковой металлургии и изделий из них применяется в промышленном производстве развитых стран.

Прутки, проволоки, листы, ленты и другие изделия из молибдена успешно используются в электровакуумной промышленности, в авиации и ракетно-космической технике, атомной энергетике, химической, стекольной и металлургической промышленности.

В связи с быстрым развитием современной техники резко повышается требования к качеству выпускаемой продукции из молибдена. Поэтому постоянно совершенствуются известные способы обработки молибдена-ротационная ковка и создаются принципиально новые способы обработки давлением молибденовых порошковых спеченных штабиков. Одним из таких способов получившие промышленное применение является сортовая прокатка на станах с четырёхвалковыми калибрами.

Целью данной работы является разработка технологии получения прутков и проволочных заготовок из молибденовых порошковых спеченных штабиков методом прокатки на четырёхвалковом стане.

Основными качественными недостатками молибденовых прутков полученные ротационной ковкой является наличие поверхностных и внутренних дефектов, неравномерность диаметра по длине, неоднородность

структуры, нестабильность физико-механических свойств, невысокий выход годной продукции. Все это обусловлено тем, что существующие технологические процессы производства полуфабрикатов и готовой продукции обладают несовершенным аппаратурно-технологическим оформлением процесса, не обеспечивающим поддержании жестких технологических параметров.

Поэтому разработка принципиально новых технологических процессов получения прутков и проволочных заготовок из молибдена методом прокатки на станах с четырёхвалковыми калибрами в которых схема деформации приближается к всестороннему сжатию, что позволяет, получать прутки повышенного качества поверхности с хорошей проработкой структуры по сечению [1, 2], является актуальной задачей.

Известно, что технологические свойства молибденовых прутков и проволоки существенно зависят от условий деформации штабиков которые является функцией большого числа переменных: однородности и отсутствия неблагоприятных напряжений в отдельных участках тела; отсутствия опасных напряжений вследствие взаимодействия частей тела; деформируемых с разными обжатиями; дробности деформации; температурно-скоростных условий деформации; внешней среды (обработка в воздушной среде, в защитной или в вакууме).

Важнейшим источником неоднородности и неблагоприятных напряжений при деформации молибденовых штабиков и прутков является ограниченный выбор деформационного оборудования.

При ротационной ковке штабиков и прутков из тугоплавких металлов, имеет место неблагоприятная схема напряженного состояния металла с растягивающими напряжениями, что является одной из причин образования дефектов как на поверхности так и в объёме заготовки [3].

Другой причиной неоднородности, как доказано в работе [3] является несовершенная форма и состояние рабочего инструмента. Форма бакенов при ковке также существенно влияет на распределение напряжений в деформируемом металле [3,4].

Неблагоприятная схема напряженного состояния при ковке не позволяет обрабатывать металл с повышенными обжатиями.

При ручной ковке пруток деформируется в две стадии: вначале до половины длины, а затем после поворота на 180 градусов и подогрева деформируется вторая половина прутка. Средняя степень деформации за переход при ковке составляет 11%.

Процесс ручной ротационнойковки отличается большим количеством переходов и нагревов (например, для получения молибденового прутка диаметром 10 мм требуется 12 сдвоенных переходов, один нагрев и 24 подогрева), тяжелыми условиями труда (наличием возгонки оксидов, высоким тепловыделением, повышенным шумом, вибрацией), отсутствием механизации процесса. Это снижает производительность и приводит к большим потерям металла. Неблагоприятная схема деформации при ковке способствует возникновению внутренних и поверхностных дефектов, что

снижает технологические свойства проволочных заготовок при последующей обработке и приводит также к потерям металла. Неравномерность нагрева заготовок по длине обуславливает неравномерность свойств и структуры проволоки по длине.

Наиболее благоприятным способом обработки давлением тугоплавких металлов является прокатка. При прокатке время пребывания нагретого до высоких температур металла на воздухе значительно сокращается, происходит интенсивное его уплотнение, а следовательно, уменьшается концентрация оксидов на поверхности металла.

Прокатка позволяет в 4-6 раз сократить число переходов и нагревов по сравнению с ротационной ковкой, повышает качество прутков и проволоки, уменьшает потери металла на угар. Прокатка в калибрах позволяет уменьшить долю ручного труда.

Известно, что наиболее эффективной вытяжной системой калибров является система квадрат (четырёхвалковый калибр). Данная система калибров при заданном смещенном объёме обладает максимальной вытяжной способностью при минимальных энергосиловых параметрах. Например, при прокатке молибденового штабика сечением 18x18 мм вытяжка составил 1,3-1,4; усилие прокатки 29-32 кН; момент прокатки 212-246 Нм.

Для высокотемпературного нагрева исходных штабиков перед прокаткой стан оборудован муфельным электрическим печом сопротивления.

В качестве исходных заготовок как было сказано ранее использовали молибденовые спечённые штабики марки МЧ сечением 18x18 мм. Прокатку штабиков проводили по системам калибров "квадрат-квадрат" с кантовкой между проходами на 45 градусов.

Результаты исследования по прокатке молибдена на станах с четырёхвалковыми калибрами позволили выявить существенные отличия свойств прутков полученных из катаных и кованных заготовок. Катаные заготовки имеют равномерную структурную проработку по сечению и высокие плотностные характеристики уже в начальных стадиях обработки, чего невозможно наблюдать в кованных заготовках.

Исследование деформируемости спечённого молибдена в четырёхвалковых калибрах показало, что оптимальные вытяжки для получения проволоки необходимого качества за проход по системе калибров "квадрат-квадрат" составляют 1,30-1,35

Исследование температурного режима выявило, что прокатку штабиков молибдена необходимо проводить при $1350 \pm 50^\circ\text{C}$ предварительно выдержав при этой температуре в течение 30 мин в среде водорода. Температуру металла перед последним проходом необходимо снизить до 1200°C для исключения протекания процессов рекристаллизации при интенсивной деформации в четырёхвалковых калибрах.

Исследование скоростных режимов прокатки позволило определить оптимальную величину начальной скорости при прокатке спечённых заготовок, равную 0,7-1,0 м/с. Увеличение длины катаных прутков и уменьшение их сечения в последующих проходах требует увеличения

скорости конечной стадии прокатки до 1,15 м/с.

Полученные результаты позволили разработать опытно-экспериментальную технологию получения прутков и проволочных заготовок на одноклетевых станах МК-210 с четырёхвалковыми калибрами из молибденовых спеченных штабиков квадратного сечения 18x18 мм до восьмигранника сечением 9x9 мм. Технологический режим прокатки молибденовых штабиков по проходам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технологический режим прокатки молибденовых штабиков

Размеры металла по проходам, мм	Сечение проката	Температура Прокатки °С	Время нагрева, мин	Скорость прокатки, м/с
18,0x18,0	квадрат	1350±50	35-40	0,75±0,05
15,0x15,0	квадрат	-	-	0,75±0,05
13,5x13,5	квадрат	-	-	1,15±0,05
11,3x11,3	квадрат	-	-	0,75±0,05
10,8x10,8	квадрат	-	-	1,15
9,0x9,0	квадрат	-	-	1,15
9,0x9,0	восьмигран.	-	-	1,15

Для исследования структуры отбирали темплеты катаных прутков, а для сравнения результатов темплеты от прутков, полученных ротационной ковкой. Результаты структурных исследований приведены на рис.1. Как видно из рис.1 катаные прутки сечением 11,3 мм имеют мелкую проработанную по всему сечению структуру, а прутки, полученные ротационной ковкой, имеют в средней части прутка крупнозернистую структуру.

На рис.2 представлена структура прутков диаметром 9 мм полученных с применением прокатки и для сравнения кованные прутки до $\varnothing 9$ мм. Как видно из рис. 2 полученные по существующей технологии прутком имеют измельчение зерна по сечению прутка. Структура прутков, полученных ковкой из катаных за два и три прохода более крупнозернистая. В процессе прокатки штабиков за два и три прохода с нагревом в водороде до 1350°С до восьмигранника 9 мм происходит частичная рекристаллизация металла, а за четыре прохода в прутках с признаков рекристаллизации не обнаруживается.

Следовательно, увеличение количества проходов при прокатке ведет к измельчению зерна, что свидетельствует о отсутствие протекания процессов первичной рекристаллизации.

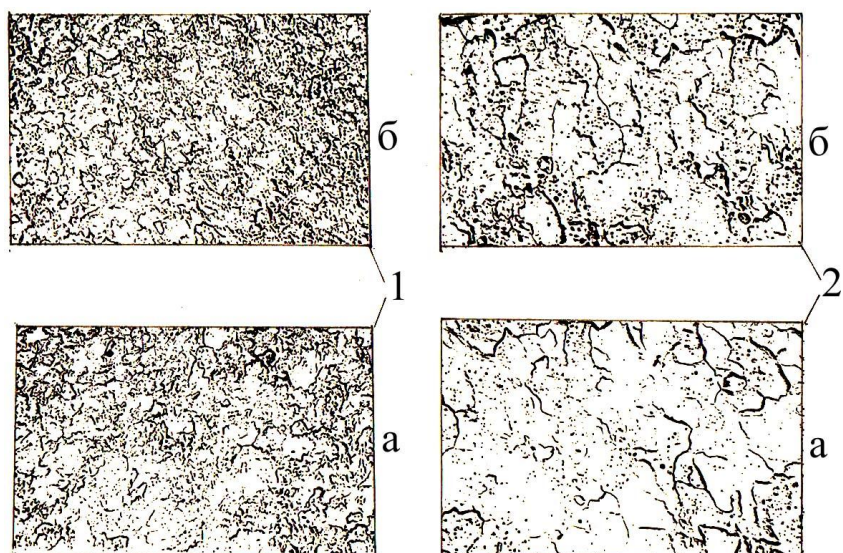


Рисунок 1 - Микроструктура молибденовых прутков $\varnothing 11,3$:
1-катаный, 2-кованый; а) середина, б) периферия. $\times 200$.

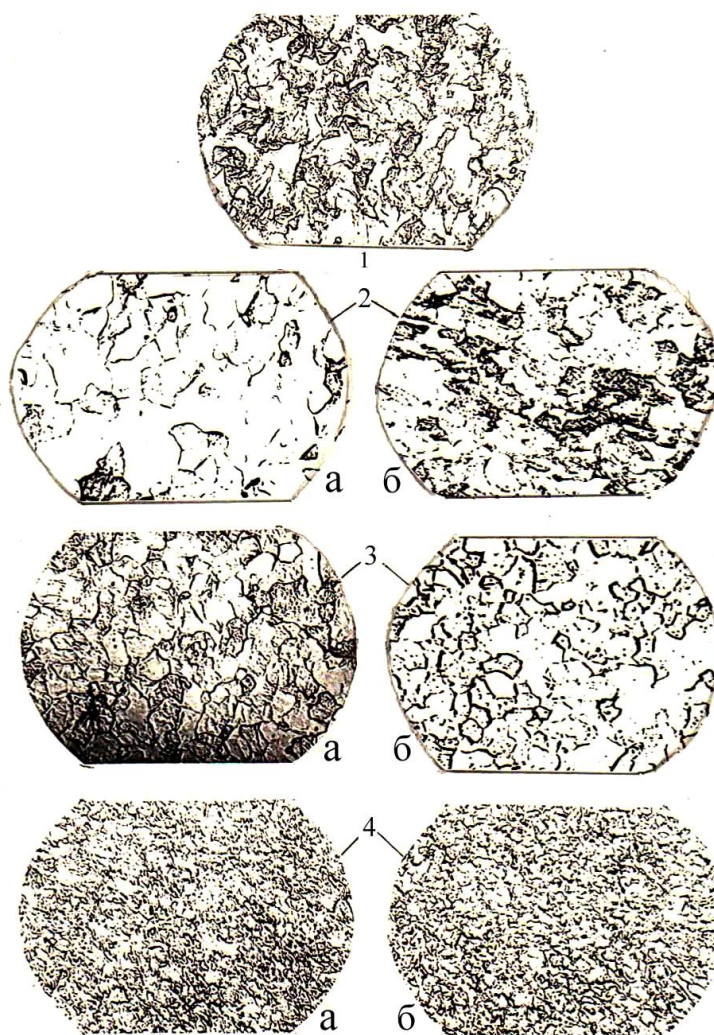


Рисунок 2 - Микроструктура молибденовых прутков $\varnothing 9$ мм:
кованый (1), катаный за 2 прохода (2), 3 прохода (3), 4 прохода (4),
а - середина, б - периферия, $\times 200$.

В результате проведенных исследований разработана технология получения молибденовых прутков прокаткой в калибрах позволяющая повысить пластичность металла за счёт благоприятной схемы напряжённо-деформированного состояния в очаге деформации (близкое к всестороннему сжатию), увеличить производительность процесса за счёт большой вытяжной способности многовалковых калибров и высокой скорости прокатки, а также сократить количество нагревов и подогревов заготовок, повысить качество поверхности, улучшить структуру и физико-механические свойства получаемой продукции.

Библиографический список

1. Выдрин В.Н., Барков Л.А., Пастухов В.В. и др. Прокатка металлокерамического вольфрама в четырёхвалковых калибрах. –М. цветные металлы, 1977, №3. С. 62-63.
2. Несговоров В.В., Барков Л.А., Михридинов Р.М. и др. свойства и структура вольфрамовой проволоки, полученной из катаных заготовок. Киев: Порошковая металлургия, 1978. №11. 34-37 с.
3. Павлов И.М., Ушаков Е.В., Амасов В.А. и др. Исследование влияние условий ротационнойковки вольфрама марки ВА на пластические свойства проволоки // обработка давлением и механические свойства тугоплавких металлов и сплавов. –М : Наука , 1974. –с.79-89.
4. Радюченко Ю.С. Ротационная ковка, -М: Маш. 1962. 186 с.
5. Никерева Л.Ф., Изотов В.М. Обработка давлением молибдена и вольфрама зарубежом // обработка цветных металлов. – М: Цветметинформация, 1976. 62 с.