



It is shown that inefficient for the moment theoretical study does not allow to realize fully the potential of thermo-hydrochemical strengthening of dies with the purpose of increase of their hardness.

А. В. ДЕМИДОВ, А. И. РОЖКОВ, Д. Г. САЧАВА, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ИСПЫТАНИЕ ВОЛОК, ПРОШЕДШИХ НИЗКО-ТЕМПЕРАТУРНОЕ ТЕРМОГИДРОХИМИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ, НА РУП «БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

Стремительный прогресс, непрерывное совершенствование и возникновение новых видов продукции, дефицит и дороговизна вольфрама (цена на вольфрам ежегодно повышается на 20–50%) требуют создания новых подходов к улучшению физико-механических свойств волок, в первую очередь с высокой износостойкостью и трещиностойкостью.

Одним из способов решения данной проблемы является использование низкотемпературного термогидрохимического упрочнения. В его основу положен эффект Ребиндера, который обуславливает влияние жидкой среды на механические и технологические свойства твердых тел. Данный эффект носит адгезионный характер взаимодействия поверхности любого твердого тела с окружающей средой с участием жидких поверхностно-активных веществ. Однако в результате физико-химического влияния окружающей среды чаще всего наблюдается снижение прочности и пластичности твердых тел за счет уменьшения поверхностной энергии тела. Такое влияние носит обратимый характер, т.е. после удаления с поверхности твердого тела поверхностно-активных веществ механические свойства тел обычно полностью восстанавливаются [1]. Тем не менее, имеется несколько примеров, когда при отсутствии жидкой окружающей среды наблюдается положительное изменение свойств твердых тел, например, формируется зона повышенных напряжений сжатия, что положительно сказывается на рабочих свойствах различных материалов.

Испытание термогидрохимической обработки твердосплавных волок проводили в несколько этапов. На первом этапе девять волок были разделены на две части и обработаны по двум режимам.

Режим 1 (пять волок).

1. Химическая обработка волок в водной суспензии на базе карбидов и оксидов Ti–Zn–

Mo–Mn. Режим обработки – температура 60–80 °С, время 1 ч.

2. Отпуск. Режим термообработки – температура 200 °С, время 1 ч в воздушной атмосфере.

Режим 2 (четыре волоки).

1. Химическая обработка волок в водной суспензии на базе карбидов и оксидов Ti–Zn–Mo–Mn. Режим обработки – температура 60–80 °С, время 1 ч.

2. Отпуск. Режим термообработки – температура 550 °С, время 2 ч в азотсодержащей жидкой среде (на основе расплава мочевины и соды).

После обработки поверхности рабочего канала волок были проанализированы на растровом электронном микроскопе с целью определения упрочняющих элементов. В волоках, обработанных по первому режиму, были обнаружены отдельные участки, содержащие металлы Ti, Zn, Mo, Mn в различных соотношениях. В волоках, обработанных по второму режиму, упрочненный слой не обнаружен. На стальных оправках волок упрочненный слой просматривался визуально. Металлографический анализ микроструктуры волок, обработанных по обоим режимам, наличие упрочненного слоя не показал. Диаметры волок после термоупрочнения не изменились.

Описанные выше исследования не позволили сделать вывод о возможности использования термоупрочненных волок на волочильных станах. Поэтому для испытаний волок на станах термоупрочнению был обработан только один комплект: маршрут тонкого волочения диаметром 1,77 → 0,30 НТ. Предварительно было проведено исследование качества поверхности рабочего канала волок (наличие поверхностных дефектов, качество полировки). После проведения термообработки опытного маршрута заметных изменений качества поверхности волок не отмечено. Есть предположение, что в ходе термогидрохимичес-

кой обработки происходит растворение оксидных пленок, создание более однородного напряженного состояния, выравнивание микрорельефа и повышение класса чистоты поверхности.

Работа по определению стойкости опытного маршрута проводилась в сравнении с обычным маршрутом. В процессе работы проводили контроль качества поверхности тонкой проволоки. Она

была удовлетворительной, грубых поверхностных дефектов, трещин, сдиров не обнаружено.

Все волокни отстояли на станах по 40 ч, чистовая группа волок (0,297–0,392) менялась через 20 ч работы. Сравнительный анализ поверхности волок опытного и рядового маршрутов после использования на волочении приведен в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики волок опытного и рядового маршрутов после одного срока службы

Маршрут	Количество исследованных волок	Удовлетворительная поверхность (нет кольца и прочих дефектов)	Незначительное кольцо износа	Наличие признаков разрушения (трещин, выкрашиваний)
Опытный	22 (100%)	10 (45%)	9 (41%)	1 (4%)
Рядовой	22 (100%)	10 (45%)	9 (41%)	1 (4%)

Как видно из таблицы, после 40 ч работы термоупрочненные волокни изнашиваются практически аналогично, как и обычные. Поэтому с целью выяснения реального срока эксплуатации волок опытного и рядового маршрутов волокни с удовлетворительным состоянием поверхности и находящиеся в допуске по диаметру были установлены на второй срок. В опытном маршруте

были заменены волокни диаметром 0,970, 0,502, 0,392, 0,297 мм, в рядовом – диаметром 1,152, 0,822, 0,392, 0,297 мм.

Все волокни отстояли на станах по 40 ч, чистовая группа волок (0,297–0,392) менялась через 20 ч работы. Сравнительный анализ поверхности волок опытного и рядового маршрутов после использования на волочении приведен в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительные характеристики волок опытного и рядового маршрутов после двух сроков службы

Маршрут	Количество исследованных волок	Удовлетворительная поверхность (нет кольца и прочих дефектов)	Незначительное кольцо износа	Наличие признаков разрушения (трещин, выкрашиваний)
Опытный	18 (100%)	9 (50%)	7 (39%)	2 (11%)
Рядовой	18 (100%)	5 (28%)	10 (55%)	3 (17%)

Во время срока службы параллельно определяли съем латуни. Испытание тонкой проволоки на съем латуни проводили в начале работы маршрута. Установлено, что благодаря термогидро-

химической обработки волок съем защитного латунного покрытия на металлокорде при его волочении снизился примерно в 2 раза. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнение процессов съема латуни опытного и рядового маршрутов

Маршрут	Номер плавки	Латунированная заготовка		Тонкая проволока		Съем латуни, %
		массовая доля меди, %	масса латуни, г/кг	массовая доля меди, %	масса латуни, г/кг	
Опытный	30078	62,8	4,27	64,3	4,03	5,6
Рядовой	30482	64,0	4,71	65,4	3,73	10,6

Испытание одного комплекта волок доказало существование упрочненного слоя и возможность использования термоупрочненных волок на волочильных станах тонкого волочения. Небольшая по трудоемкости обработка волок дала существенное увеличение их стойкости и уменьшила съем латуни. Вместе с тем, количество исследованных волок оказалось недостаточным для заключения конкретных выводов. Также появилась гипотеза, что из-за малого диаметра волок силы поверхностного натяжения не дают полностью покрыть канал волоки необходимыми ингредиентами.

При выполнении дальнейших испытаний опытная партия из десяти маршрутов была обра-

ботана по следующей технологии: сначала в водной суспензии на базе наноалмаза, карбидов и оксидов Ti–Zn–Mo–Mn, затем в водном восстановительном растворе на основе гипосульфита натрия и др. Режим обработки – температура 60–80 °С, общее время 1 ч. Затем отпуск: температура 200 °С, время 1 ч в воздушной атмосфере.

На испытаниях было отработано десять опытных маршрутов, из них восемь по 60 ч, один – 70 ч и один – 100 ч. Для сравнения было отработано шесть контрольных маршрутов, из них – пять по 60 ч и один – 80 ч. Поскольку целью испытаний было определение стойкости обработанных волок и сравнение их с обычными,

поэтому волокна снимались только после их полной выработки. При испытании десяти опытных маршрутов были преждевременно заменены четыре чистовые волокна, из них три — на маршрутах с продолжительностью работы 60 ч и один — на маршруте 100 ч приблизительно после 70 ч работы. На шести контрольных маршрутах заменены также четыре волокна. Во второй половине

испытаний из-за их большой продолжительности обработанные волокна начали корродировать, что и стало их основной причиной выхода из строя. Было проведено более подробное исследование этих волокон по сравнению с предыдущими.

Сравнительный анализ поверхности опытных и рядовых волокон после использования на волоочении приведен в табл. 4.

Таблица 4. Сравнительные характеристики волокон опытного и рядового маршрутов после одного срока службы

Волокна	Количество исследованных волокон	Трещины, раскол, выкрашивание твердого сплава ¹	Односторонняя выработка	Грубая односторонняя выработка	Грубое кольцо износа	Грубая выработка сплава в виде борозд
Опытные	85 (100%)	19 (22,3%) 13 (15,2%) ²	40 (74,1%)	1 (1,1%)	24 (28,2%)	0 (0%)
Рядовые	54 (100%)	7 (12,9%)	57 (67%)	1 (1,8%)	16 (29,6%)	1 (1,8%)

¹ В опытных волокнах в эту группу дефектов входят также волокна, подверженные коррозии.

² Из 19 дефектов 13 — коррозия волокон.

Как видно из таблицы, обработанные волокна меньше подвержены односторонней выработке, у них реже встречается грубое кольцо износа, а также отсутствует грубая выработка сплава в виде борозд. Коррозия твердого сплава была замечена на 15,2% опытных волокон и ее полное отсутствие на обычных волокнах.

Плохая на данный момент теоретическая проработка не позволяет полностью реализовать потенциал термогидрохимического упрочнения волокон с целью увеличения их стойкости. Но даже первые шаги в этой области показывают большие перспективы.