



The technology of the cold-drawn wire production at 13-fold wire-drawing mills of the firm "Koch" is developed.

А. В. ЗИНОВЕНКО, РУП «БМЗ»

УДК 669

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОТЯНУТОЙ ПРОВОЛОКИ НА 13-КРАТНЫХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНАХ ФИРМЫ «КОШ»

Согласно программе реконструкции цехов сталепроволочного производства, в СтПЦ-1 были установлены волочильные станы типа 1600/4+1250/6 и 2500/2+1600/2+1250/9, в СтПЦ-2 – станы типа 1600/4+1250/9 фирмы «Koch» для высокоскоростного волочения без промежуточного патентирования в заготовку ди-

аметром до 1,30 мм под патентирование-латунирование или бронзирование.

Согласно контракту, станы должны обеспечивать волочение катанки из сталей марок 70К, 80К и 80БВ со скоростями, приведенными в табл. 1. В табл. 2 представлены сравнительные характеристики волочильных станов типа 9/550 и 1600/4+1250/9.

Таблица 1. Контрактные скорости волочения на станах фирмы «Koch»

Цех	Тип волочильного стана	Номер стана	Марка стали	Маршрут волочения	Скорость волочения, м/с
СтПЦ-1	2500/2+1600/2+1250/9	8	80	7,00-2,10	15
			80	7,00-1,83	17
			70	5,50-1,30	25
	1600/4+1250/6	7	80	5,50-3,15	9
			80	5,50-1,60	18
СтПЦ-2	1600/4+1250/9	7, 8, 9	80	5,50-1,90	18
			80	5,50-1,77	19
			70	5,50-1,68	21
			70	5,50-1,50	23
			70	5,50-1,33	25

Таблица 2. Сравнительные характеристики волочильных станов типа 9/550 и 1600/4+1250/9

Основные параметры	Тип стана	
	9/550	1600/4+1250/9
Число волок	9	13
Диаметр барабана, мм	550	1–2-й блок – 670; 3–13-й блок – 600
Диаметр катанки, мм, тах	5,5	5,5
Временное сопротивление катанки на входе, Н/мм ² , тах	1320	1300
Диаметр на выходе, мм	1,73–2,83 (4,0)	1,30–2,15
Временное сопротивление проволоки на выходе, Н/мм ² , тах	2280	2300
Скорость волочения, тах	13,5	25
Исполнение вытяжных барабанов	1–8-й блоки – типа кабестана 9-й блок – типа двойного накопителя	1-й блок – под наклоном с верхним обводом и автоматическим контролем накопления 2–12-й блоки – прямооточные под наклоном 13-й блок – прямооточный вертикальный с кольцом предварительной вытяжки и специальным рихтовочным устройством.
Волокодержатели	Реглируемые, 1-й и 9-й с вращающимися волоками	Реглируемые, 1-й и 13-й с вращающимися волоками, возможна установка сдвоенных волок
Расход воды, л/мин	400	850
Давление воздуха, бар, min	5	6
Мощность двигателей, кВт	9x75	13x44

Предварительная проверка работоспособности узлов станов

Перед началом исследований проверяли работоспособность основных узлов стана; соответствие комплектующей ведомости; отсутствие посторонних шумов (скрежета, ударов и т.д.) при работе в холостом режиме; функционирование систем управления; передачу и получение сигналов на верхний уровень; работу подшипниковых узлов (роликов рихтовки, балерины и т.д.) и ворошильных устройств; отсутствие утечек смазки, воды, сжатого воздуха. Все системы функционировали в штатном режиме.

Эксплуатационные испытания

Методика работы

Испытания проводили при волочении катанки диаметром 5,5 мм из сталей 70К, 80К по ЗТУ 840-03-2001. Подготовку поверхности катанки к волочению проводили согласно действующей НД, в качестве смазки использовали Лубрифил-VA 7001. Виды продукции, при изготовлении которых проводили испытания, приведены в табл. 3, маршруты волочения – в табл. 4. Для примера рассмотрим волочильные станы, установленные в СтПЦ-2.

Таблица 3. Виды продукции, при изготовлении которых проводили испытания

Цех	Тип стана	Марка стали	Диаметр холоднотянутой заготовки, мм	Назначение заготовки
СтПЦ-2	1600/4+1250/9	70К	1,33	Корд
		80К	1,77	Корд
		80К	1,94	Корд

Таблица 4. Маршруты волочения

Диаметр волокна, мм/единичные обжатия, %													
стан 1600/4+1250/9													
4,95	4,35	3,83	3,39	3,01	2,68	2,39	2,14	1,92	1,73	1,56	1,44	1,33	
19,0	22,8	22,5	21,7	21,2	20,7	20,5	19,8	19,5	18,8	18,7	14,8	14,7	
4,95	4,35	3,83	3,39	3,01	2,68	2,39	2,14	1,92	1,77	-	-	-	
19,0	22,8	22,5	21,7	21,2	20,7	20,5	19,8	19,5	15,0				
4,95	4,35	3,83	3,39	3,01	2,68	2,39	2,14	1,94	-	-	-	-	
19,0	22,8	22,5	21,7	21,2	20,7	20,5	19,8	17,8					

При эксплуатационных испытаниях оценивали работу оборудования, возможность волочения на предусмотренных контрактом скоростях.

Результаты работы

1. По работе систем блокировки (датчики обрывов проволоки, конца бунта, петли, перегрузки двигателей, тепловой защиты двигателей) замечаний не было. Сварки проходят при пониженной скорости волочения, что и предусмотрено характеристикой оборудования. По данным МЛУ, заданная скорость волочения поддерживается стабильно. Шаг укладчика настраивается в заданном контрактом интервале – от 10 до 50 мм через 10 мм. В начальном периоде испытаний наблюдалась сильная вибрация размоточных устройств. Этот дефект был устранен путем увеличения жесткости конструкции. Следует отметить, что из-за слабого давления в цилиндре зачастую происходит ложное срабатывание концевых выключателей на размоточном устройстве.

2. При исследовании температурного режима волочения температуру барабанов, волокодержателей и проволоки замеряли электронным термометром типа ТМК-3 с пределом измерения от 0 до 600 °С и предельной приборной погрешностью ±2 °С. Результаты приведены в табл. 5.

По условиям контракта температура проволоки на барабанах и катушке не должна превышать

50 °С, температура волокодержателей контрактом не оговорена. Как следует из приведенных данных, при контрактных скоростях волочения температура проволоки на катушке в основном была практически равна предельно допустимой.

На волочильных станах типа 7/550 температура проволоки на катушке достигает 80 °С.

3. При работе на контрактных скоростях (см. табл. 1) уровень вибрации привода блоков соответствовал требованиям контракта, потребляемая мощность двигателей не превышала 70–75% от номинальной, а продолжительность настройки станом по блокам и на выходе не превышала 10 мин. При этом состояние поверхности проволоки было удовлетворительным (балл 1–2), проволока имела равномерный матовый цвет по всей длине. Количество остаточной смазки на проволоке составляло 0,2–0,5 г/м², т.е. было примерно таким же, как при волочении на имеющихся станах «High draw».

Однако длительная работа на контрактных скоростях оказалась невозможной из-за сильной вибрации намоточного устройства. При этом в одних случаях вибрация по мере заполнения катушки усиливалась, в других – затухала. Очевидно, причиной сильной вибрации является недостаточно высокая точность геометрии и несбалансированность катушек. Следует отметить, что, по имеющейся информации, некоторые фирмы, например «Воху», для высокоскоростно-

го волочения производят специальные катушки с улучшенной балансировкой. Максимально достигаемые при использовании имеющихся катушек скорости волочения приведены в табл. 6.

Таблица 5. Температурный режим волочения на станах 1600/4+1250/9

Номер блока	V, м/с	Температура, °С		V, м/с	Температура, °С	
		волокодержателя	проволоки		волокодержателя	проволоки
Стан №7, марка 70К, диаметр 1,33 мм						
1	20	22	33	25	22	34
2		21	27		22	28
3		21	26		21	26
4		20	25		20	26
5		19	24		20	25
6		19	24		19	25
7		19	23		19	22
8		20	21		20	22
9		19	22		20	22
10		19	22		19	21
11		20	23		20	23
12		19	24		19	23
13		22	23		22	23
Катушка			40		41	
Стан №7, марка 75К, диаметр 1,77 мм						
1	12,5	24	29	18,4	26	33
2		22	27		22	28
3		21	27		22	28
4		22	26		24	32
5		22	26		22	33
6		22	27		23	30
7		21	26		22	32
8		22	27		24	31
9		22	26		23	32
10		-	-		-	-
11		-	-		-	-
12		-	-		-	-
13		24	27		26	36
Катушка			43		61	
Стан №8, марка 80К, диаметр 1,94 мм						
1	12,5	39	32	15,8	39	34
2		21	29		34	30
3		22	31		23	33
4		21	31		24	30
5		22	31		22	32
6		22	30		23	32
7		21	30		24	31
8		22	31		24	34
9		-	-		-	-
10		-	-		-	-
11		-	-		-	-
12		-	-		-	-
13		26	29		39	25
Катушка			39		51	

Таблица 6. Фактические достигаемые скорости волочения

Диаметр проволоки, мм	Количество измерений	Скорость волочения, м/с		
		минимум	максимум	среднее
1,38	159	12	25	18,5
1,55	37	11	22	14,0
1,70	120	12	16	14,0
1,77	698	10	18	15,0
1,80	179	11	18	14,4
1,90	13	12	16	13,0

4. Для оценки возможности увеличения срока эксплуатации маршрутов волочения использовали катанку марки 80К, соответствовавшую требованиям ЗТУ 840-03-2001. Катанку протягивали в заготовку диаметром 1,77 и 1,94 мм на стане типа 1600/4+1250/9 при скорости 16 м/с (при неудовлетворительном качестве поверхности скорость снижали до 10–13 м/с). Волочение проводили по маршрутам, рассчитанным с учетом рекомендации фирмы «Koch» по монотонному снижению обжатий. Продолжительность эксплуатации маршрутов увеличили до 116–147 ч (плановый срок – 70 ч). При этом на станах фирмы «Koch» нам удалось модифицировать маршруты волочения, что значительно снизило время перестройки волочильных станов.

Перед установкой на стан и после отработки маршрутов контролировали состояние поверхности волок. Каждую смену контролировали диаметр проволоки по маршруту волочения и состояние поверхности проволоки. Для сравнения оценивали состояния поверхности отработанных волок после планового срока эксплуатации (70 ч). Перечень маршрутов и продолжительность их эксплуатации приведены в табл. 7, результаты оценки качества поверхности рабочего канала волок после отработки – в табл. 8.

Заготовку диаметром 1,94 мм с маршрута №5 при продолжительности работы волок от 85 до 116 ч переработали в проволоку диаметром 0,34 мм, из которой свивали металлокорд конструкции 3x0,365/9x0,340 НТСС («опытный вариант») в соответствии с НД. При свивке контролировали обрывность. Данные по обрывности металлокорда опытного варианта в сравнении с обрывностью при серийном производстве за предыдущий месяц приведены в табл. 9.

Как видно из табл. 8, при увеличении продолжительности эксплуатации маршрутов повышается износ волок. Так, на волоках, эксплуатировавшихся 70 ч (маршруты № 15–17; 19 и 20), заметное кольцо износа наблюдается только на волоках одного из четырех маршрутов, в то время как на маршрутах, эксплуатировавшихся 116–147 ч, кольцо износа образовалось на большей части

волок всех маршрутов. Причем на волоках маршрута с максимальной продолжительностью эксплуатации (маршрут №14, 147 ч) кольцо износа имело значительную глубину («грубое кольцо износа»), что может затруднить последующую перешлифовку волок. Для этого была проведена оценка возможности перешлифовки волок маршрутов №27 и 28 (120 и 118 ч соответственно). Перешлифовка волок не потребовала дополнительных затрат, качество волок после перешлифовки было удовлетворительным.

По результатам замера диаметра проволоки по маршрутам волочения в процессе их эксплуатации отклонений от контрольных пределов не выявлено.

Как на маршрутах, эксплуатировавшихся 70 ч, так и на маршрутах с более длительным сроком эксплуатации выявлены волоки, не подлежащие перешлифовке (трещины, выкрашивание твердого сплава).

Существенное влияние на образование дефектов в волоках при эксплуатации и качество поверхности проволоки оказывает качество поверхности катанки. Так, на двух маршрутах при продолжительности эксплуатации волок менее 30 ч, возникли проблемы с качеством поверхности проволоки. При визуальном контроле проволоки обнаружены участки блестящей поверхности («проблески»), причем наблюдалось чередование катушек с «проблесками» и «серой» в зависимости от используемой при волочении катанки. Охлаждение на стане и качество смазки при этом не вызывали претензий. Необходимо отметить, что в те же периоды времени наблюдались «проблески» и на проволоке диаметром 1,94 мм, изготавливаемой на серийных маршрутах.

С целью определения причин появления металла с «проблесками» исследовали образцы катанки. Обнаружено, что поверхностная плотность буры на катанке, после волочения которой получена проволока с «проблесками», составляет 8 г/м² (максимально допустимое значение по НД), а на катанке, обеспечившей при волочении удовлетворительное качество поверхности проволоки, – 4,5 г/м².

Таблица 7. Данные по маршрутам и продолжительности их эксплуатации

Номер маршрута	Номинальный диаметр волок, мм											Продолжительность эксплуатации, ч
	маршруты цеха											
1												147
2–4	4,95	4,35	3,83	3,39	3,01	2,68	2,39	2,14	1,92	1,77	-	70
5												116
6–7	4,95	4,35	3,83	3,39	3,01	2,68	2,39	2,14	1,94	-	-	70

Таблица 8. Дефекты в рабочей части волок после отработки

Номинальный диаметр по маршруту, мм	Маршруты диаметром 1,77 мм				Маршруты диаметром 1,94 мм		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
	147 ч	70 ч			116 ч	70 ч	
4,95	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено
4,35	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Не выявлено	Не выявлено	Кольцо износа, незначительная односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Не выявлено
3,83	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Не выявлено	Односторонняя выработка	Кольцо износа, незначительная односторонняя выработка	Не выявлено	Односторонняя выработка
3,39	Грубое кольцо износа, односторонняя выработка	Кольцо износа	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Кольцо износа, незначительная односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка
3,01	Односторонняя выработка	Не выявлено	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Кольцо износа, незначительная односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Трещина, односторонняя выработка
2,68	Грубое кольцо износа, односторонняя выработка	Кольцо износа	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Кольцо износа	Односторонняя выработка	Трещина, односторонняя выработка,
2,39	Односторонняя выработка, трещина	Не выявлено	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Кольцо износа, незначительная односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка
2,14	Грубое кольцо износа, односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Царапины	Односторонняя выработка	Не контролировали	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка
1,94	Грубое кольцо износа, односторонняя выработка	Выкрашивающие твердого сплава	Односторонняя выработка	Односторонняя выработка	Незначительное кольцо износа (22ч) Трещина, выкрашивающие твердого сплава (77 ч) Раскол (17 ч)	Не выявлено	Трещины
1,77	Кольцо износа, бороздки (20ч) Кольцо износа (80ч). Незначительное кольцо износа, бороздки в цилиндре (47ч)	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	-	-	-

Примечания: В маршрутах №1 и 5 в скобках указана продолжительность работы каждой из чистовых волок до замены. В маршрутах №2–4 и 6–7 замену чистовых волок не контролировали.

Качество поверхности проволоки при увеличении продолжительности эксплуатации волок более 70 ч осталось на прежнем уровне.

По данным металлографического контроля, все виды обнаруженных дефектов (ПДВ, потери, осветленные полосы, сдиры, механические

Таблица 9. Обрывность при свивке металлокорда 3x0,365/9x0,340

Произ- водст- во, г	Общая обрыв- ность, обр/т	В том числе											суже- ние	петля	сварка	про- чее
		НВ	поверхностные дефекты					осевые трещины								
			ГСВ	КУ	ТВ	ТГГУ	всего	ТГГУ	ТВ	НВ	всего					
Опытный вариант (апрель 2003 г.)																
40,3	3,35	0,10	0,12	0,35	1,46	-	2,03	Не обнаружены				1,02	0,10	0,10	0,12	
Серийное производство (март 2003 г.)																
149,6	4,65	0,21	0,17	0,27	1,68	0,09	2,42	0,05	0,05	0,09	0,19	1,36	0,15	0,20	0,37	

повреждения) наблюдались на образцах, отобран-ных как в период эксплуатации волок до 70 ч, так и при увеличении продолжительности экс-плуатации маршрутов. Продолжительность экс-плуатации волок в исследуемом интервале не оказала также влияния на глубину и количество продоль-ных и поперечных рисок на поверхности прово-локи. Только в одном случае были обнаружены риски более 2-го балла. После замены чистой

волоки качество поверхности проволоки до конца работы маршрута было удовлетворительным.

Из данных, приведенных в табл. 9, видно, что обрывность при свивке металлокорда опытного ва-рианта (общая и по причине грубосреднего волоче-ния) не выше, чем при серийном производстве.

В табл. 10 приведены сравнительные данные по производительности 13-кратных станов фирмы «Koch» и имеющегося ранее установленного оборудования.

Таблица 10. Производительность станов

Диаметр проволоки, мм	Марка стали	Скорость волочения, м/с	КИО, %	Фактическая производительность, кг/ч
Стан 1600/4+1250/9				
1,70	80	15	75	721,3
1,77				781,7
1,80				808,4
1,90				900,7
1,94				939,2
1,97				968,4
2,0	70	12	75	998,3
2,05				839,2
2,11				888,7
2,15	80			922,8
2,15	70			922,8
Стан 9/550				
1,73	80	9,5	75	455,0
1,77		6,0		351,0
1,80	60	9,5		494,9
1,90	50	10,0		578,9
1,94	80	8,0		555,7
2,00	45	9,5		643,2
2,11	80	7,0		575,1
2,15	70	9,0		669,9

Выводы

1. Разработана технология производства хо-лоднотянутой проволоки на 13-кратных воло-чильных станках фирмы «Koch».

2. Проведена модификация маршрутов волоче-ния, что значительно снизило время перестройки волочильных станов и расход волок (0,126 в/т против - 0,216).

3. Увеличение продолжительности эксплуата-ции маршрутов приводит к повышению износа волок в зоне рабочего конуса (углубляется кольцо износа). Кольцо износа в волоках, отработавших 147 ч, имеет значительную глубину, что затруд-няет их дальнейшую перешлифовку. При продол-жительности эксплуатации маршрутов 100–120 ч,

образовавшееся в волоках кольцо износа не ме-шает их дальнейшей перешлифовке.

4. Волоки, не подлежащие перешлифовке (тре-щины, выкрашивания, раскол вставки), выявле-ны как на маршрутах, эксплуатировавшихся 70 ч, так и при более длительном сроке эксплуатации.

5. Качество поверхности проволоки не зависит от продолжительности эксплуатации маршрутов в исследуемом интервале. Наблюдавшиеся случаи получения проволоки с блестящими участками на поверхности были связаны с качеством поверхно-сти травленной катанки и при замене катанки этот дефект устранялся. Предположительно качество поверхности катанки влияет и на разрушение волок (трещины, выкрашивание и др.).