

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ при волочении круглой алюминиевой проволоки на волочильных машинах ВСК-13

При расширении производства кабелей и проводов с алюминиевыми жилами волочение круглой алюминиевой проволоки часто становится «узким местом», ограничивающим эффективное использование крутильного и экструзионного оборудования. Если же в наличии имеется резерв производственной мощности по волочению медной проволоки на волочильных машинах ВСК-13 производства Алматинского завода тяжелого машиностроения, то наименее затратным решением проблемы может стать переоборудование одной-двух волочильных машин ВСК-13 на волочение алюминиевой проволоки. При этом нередко могут возникать технологические проблемы из-за повышенной обрывности алюминиевой проволоки, что приводит к снижению производительности. В Самарской кабельной компании волочение алюминиевой проволоки на волочильных машинах ВСК-13 применяется уже более 15 лет, и за это время были найдены различные технические решения, позволившие устранить технологические трудности и повысить производительность при волочении алюминиевой проволоки.

Одним из таких решений является применение для отдачи алюминиевой катанки отдатчика с вращающимся опорным кругом. Ранее бухта катанки ставилась торцом на пол к стойке-отдатчику и отдача катанки начиналась с внутренних витков бухты. При такой отдаче витки катанки имеют склонность к осыпанию из внутреннего ряда и спутыванию, особенно в конце срабатывания бухты, когда остается несколько рядов намотки. При использовании отдатчика с вращающимся опорным кругом бухта катанки устанавливается на цилиндрический сердечник в центре опорного круга и разматывание катанки начинается с внешних витков бухты. Разматывание бухты происходит с натяжением катанки благодаря системе торможения опорного круга. При такой отдаче запутывание катанки практически исключено и это устраняет необходимость постоянного присутствия рабочего около отдатчика и делает излишним ограничение скорости волочения.

При модернизации волочильной машины ВСК-13 оптимальным решением можно считать выбор привода постоянного тока производства фирмы Siemens. Применение этого привода обеспечивает высокую надежность в работе машины. Управляемость машины также можно значительно повысить за счет использования контроллера и панели оператора фирмы Siemens. В программе контроллера формируется база данных по видам возникающих неисправностей. Применение в приемнике волочильной машины асинхронного электродвигателя с частотным приводом дает эффективную синхронизацию волочильной машины и приемника на любой скорости волочения.

Кинематическая схема волочильной машины ВСК-13 рассчитана на волочение проволоки с довольно высокой вытяжкой по переходам. В среднем технологическая вытяжка в волоках составляет 1,33 или 33 % (30 % кинематическая вытяжка, 3 % скольжение). Если медная проволока легко

выдерживает волочение без обрыва с такой вытяжкой до диаметра 1,2 мм, то для алюминиевой проволоки диаметром 2 мм и менее величина вытяжки 33 % приближается к предельной и волочение может сопровождаться частыми обрывами в выходной волоке. При этом непосредственной причиной обрыва может становиться либо недостаточное скольжение (при вытяжке менее 31 %), либо превышение предельной величины вытяжки (35 % и выше). Производительность падает из-за потерь рабочего времени на ликвидацию обрывов и подбор выходной и предвыходной волок, а также из-за снижения скорости волочения.

В данном случае решением проблемы является замена последней пары шестерен с изменением отношения числа зубьев с 84/45 на 83/46, что уменьшит кинематическую вытяжку в последнем переходе с 1,244 до 1,203. Тогда минимальная технологическая вытяжка в выходной волоке будет составлять не 1,31, а 1,27. Такое небольшое уменьшение вытяжки в последнем переходе приводит к практически полному устранению обрывности в выходной волоке, а кроме того, расширяет диапазон технологической вытяжки в выходной волоке с 1,31–1,35 до 1,27–1,35. Дополнительная польза от расширения диапазона технологической вытяжки заключается в возможности сокращения количества маршрутов волочения. Любой отдельно взятый маршрут волочения позволяет изготавливать проволоку тех диаметров, какие составляют последовательность волок в маршруте волочения, с учетом возможности изменения диаметра выходной волоки относительно диаметра маршрута в пределах диапазона технологической вытяжки. Возникает задача в определении минимального количества маршрутов, с помощью которых обеспечивается изготовление проволоки в широком диапазоне диаметров. Для волочильной машины ВСК-13 без изменения в последней паре шестерен потребуется как минимум 5 маршрутов волочения. После замены шестерен и изменения передаточного отношения вместо пяти маршрутов волочения уже будет достаточно четырех. Рассмотрим пример расчета маршрутов волочения катанки диаметром 9,5 мм. Сначала задаем минимальный конечный диаметр, например 1,70 мм. Задаем технологическую вытяжку в выходной волоке $\mu_{\text{вых}} = 1,33$ и технологическую вытяжку в остальных волоках $\mu = 1,334$. Рассчитываем маршрут волочения с точностью до третьего знака и составляем таблицу с первым маршрутом волочения (таблица).

В пределах диапазона допустимой вытяжки (1,27–1,35) диаметр выходной волоки может составлять 1,687–1,739 мм. Смещая маршрут на одну волоку вперед мы получим диаметры выходной волоки 1,945–2,005 мм. Чтобы обеспечить изготовление проволоки в непрерывном диапазоне диаметров, нам понадобится еще три маршрута волочения. Все четыре маршрута волочения должны быть равномерно разнесены между собой. Определим коэффициент $K_{\text{см}}$, через который маршруты будут смещены друг относительно друга:

Таблица

№ п/п	Диаметр, мм	Вытяжка	Бандаж	Скольжение, %	
				относительное	абсолютное
1	1,70	1,329	стягивающий (выходной)	0	0
2	1,96	1,330	1	8,5	8,5
3	2,26	1,334	2	3,0	12
4	2,61	1,339	3	3,4	15
5	3,02	1,335	4	3,9	20
6	3,49	1,333	5	3,5	24
7	4,03	1,331	6	3,3	28
8	4,65	1,334	7	3,1	32
9	5,37	1,337	8	3,4	37
10	6,21	1,333	9	3,7	42
11	7,17	1,334	10	3,3	47
12	8,28	1,316	11	3,4	52
13	—	—	12	—	—

$$K_{см} = \mu^{2n} = 1,334^8 = 1,0367.$$

Умножая диаметры первого маршрута на полученный коэффициент, находим значения диаметров волок во втором маршруте волочения. Аналогично вычисляем диаметры волок в остальных двух маршрутах волочения. Для каждого маршрута волочения составляем аналогичные таблицы и строим диаграммы зависимости диаметров волок и скольжения.

Диаграмма относительного скольжения показывает распределение скольжения по тяговым бандажам, диаграмма абсолютного скольжения показывает суммарное скольжение проволоки по тяговым бандажам в процессе работы. Для повышения стабильности маршруты волочения корректируются путем небольшого варьирования величины технологической вытяжки для получения сглаженных диаграмм относительного скольжения без явных пиков или провалов.

Составление таблиц с маршрутами и диаграмм скольжения в дальнейшем позволяет не рассчитывать маршруты волочения заново, а только выбирать подходящий маршрут волочения для получения проволоки требуемого конечного диаметра.

Большое значение имеет качество изготовления твердосплавных волок. Неудовлетворительная полировка, а также удлиненная цилиндрическая часть канала волокна приводят к налипанию алюминия в волокне. Такое налипание может

возникнуть в любом месте маршрута волочения и приводит к обрывам и повреждению поверхности готовой проволоки. Налипание алюминия и обрывы также всегда возникают при наличии воды на поверхности алюминиевой катанки.

Применение специального волочильного масла заметно улучшает технологичность процесса волочения алюминиевой проволоки. В качестве волочильного масла ранее применялось цилиндрическое масло марки Ц-52 с добавлением подсолнечного масла и графита. В настоящее время используется специальное волочильное масло для волочения алюминиевой проволоки. Преимуществами специального волочильного масла являются лучшая смазывающая способность, меньшее загрязнение волочильной машины и бака осадком алюминиевой пыли и стружки и больший срок службы масла. В ЗАО «Самарская кабельная компания» хорошо зарекомендовали себя волочильное масло марки «Кубитрак Ал-20» производства фирмы Carl Bechem и волочильное масло марки «Мультидро АЛМ-250» производства фирмы Zeller + Gmelin. Для охлаждения волочильного масла, нагревающегося в процессе волочения, необходим трубчатый или пластинчатый теплообменник с мощностью отводимого тепла не менее 20 кВт.

В совокупности применение описанных технических решений позволяет достигать скорости 20 м/с при волочении алюминиевой проволоки с конечным диаметром 1,7 мм на машине ВСК-13 и получать чистую проволоку с незначительными поверхностными следами волочильного масла.

