

Рисунок 9 - Результаты замеров поверхностей А и Б

Таким образом, были рассмотрены две схемы установки тонкостенной детали в технологической оснастке для последующей механической обработки. По результатам проведенных работ следует сделать вывод, что в нашем случае необходимо закрепление детали производить стандартными прижимами, чтобы выдержать допуск радиального биения поверхностей А и Б. При установке заготовки в кулачках тонкостенная деталь деформируется от радиальных сил закрепления, тем самым допуск радиального биения поверхностей с большой долей вероятности может быть не обеспечен.

Литература:

1. Мальцев В. Г., Моргунов А. П., Морозова Н. С., Артюх Р. Л. Технологическая оснастка: Учебное пособие. – Министерство образования науки России. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019.
2. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов/ В.А. Рогов. – 2-е изд., испр. доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 351 с.
3. SCHUNK: базирование и закрепление тонкостенных деталей – режим доступа: <https://konstruktions.ru/podrobnее-det/bazirovanie-i-zakreplenie-tonkostennyx-detalej.html>

УДК 501

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЛЕНТ ИЗ ВОДНЫХ ПАСТ АКТИВНЫХ МАСС ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Состина Е.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 6

CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE MOLDING PROCESS COMPOSITE ELECTRODE TAPES MADE OF WATER PASTES ACTIVE MASSES OF CHEMICAL CURRENT SOURCES

E.V. Sostina

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation 67 Bolshaya Morskaya str., Saint Petersburg, 190000

АННОТАЦИЯ

Рассматривается вопрос формования электродных лент на основе оксида меди (II) и параметры расчета. Предлагаемая модель имеет простую математическую форму и реализуется на специальной прокатной установке с вальцами. Для реализации метода приведен математический расчет и приводятся примеры данных расчетов конструктивных параметров прокатной установки при формовании электродных лент разной толщины для электродов с активной массой.

ABSTRACT

The issue of forming electrode tapes based on copper (II) oxide and calculation parameters are considered. The proposed model has a simple mathematical form and is implemented on a special rolling plant with rolls. To implement the method, a mathematical calculation is given and examples of these calculations of the design parameters of the rolling plant are given when forming electrode tapes of different thicknesses for electrodes with an active mass.

Ключевые слова: электродные ленты, моделирование, параметры расчета, формование.

Keywords: electrode tapes, modeling, calculation parameters, molding.

Введение

В настоящее время в разработке технологий производства уделяется большое внимание не только экономически выгодных технологий, но и экологических проблемам. Вопрос разработки экологически выгодной технологии производства непрерывного формования ленточных положительных электродов химических источников тока (ХИТ) из водных паст активных масс весьма актуально. Вопрос толщины электродов, различия в требуемой плотности их активного слоя выдвигает задачу разработки математической модели процесса, что приводит к созданию метода расчета параметров процесса.

Данный процесс включает несколько этапов:

1) формование слоев пасты определенной толщины;

2) накатку этих слоев на сетчатый токоотвод при одновременном удалении части влаги и уплотнение активной массы;

3) дальнейшее удаление влаги и одновременное уплотнение активного слоя электрода при прокатке электродной ленты через зазоры ряда валков.

Реализуется процесс формования электродной ленты на специальной прокатной установке с валками, которые имеют оболочки из впитывающих влагу материала [1]. Влага из тканевых оболочек валков удалялась за счет нагрева и сушки оболочек при помощи специальных нагревателей, охватывающих валки. В другом варианте установки используется удаление влаги с помощью лент фильтровальной бумаги, при этом необходимость в сушке оболочек валков отпадает – ленты используются один раз.

Объекты и методы

Объектами исследования являлись: активная масса на основе CuO , прокатанные из активной массы ленты и ленточные электроды с активным слоем на основе CuO .

Состав сухой активной массы на основе CuO : технический углерод – 5...10% (сажи марок АД-200, ПМЭ-100В), связующее Ф-4Д – 5...10% (суспензия фторопласта Ф-4Д), порошок CuO , приготовленный на основе оксида меди (II). Пасту активной массы готовили путем сухого смешения оксида меди и технического углерода, затем в смесь сухих компонентов добавляли разбавленную дистиллированной водой суспензию фторопласта [1,2].

Ленты активной массы прокатывали из пасты активной массы, из которой формировали слои на противоположных валках большого диаметра с тканевыми оболочками. Слои накатывали на сетчатый токовый коллектор, который пропускали

через зазор валков. Далее электродные ленты пропускали через другие валки с тканевыми оболочками для удаления влаги, после чего сушили и термообработывали. Температура термообработки составляла 300...320°C, время – 10...15 мин.

Электроды изготавливали из лент и пластин, полученных прокаткой гранулированной активной массы, пропитанной органической жидкостью, двухсторонней накаткой на сетчатый токовый коллектор.

В качестве токовых коллекторов использовали тканые или просечные (растяжные) никелевые, нержавеющей или медные сетки. Обычно применяли сетки, изготовленные способом безотходной просечки-вытяжки, толщиной $h_c = 0,02 \div 0,2$ мм и коэффициентом открытия $K = 0,38 \div 0,92$, чаще использовали сетки толщиной $h_c = 0,1$ мм и коэффициентом открытия $K = 0,67$ [3,6].

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований показали, что тканевые оболочки валков в процессе прокатки впитывают влаги заметно меньше, чем те же материалы в свободном состоянии. В связи с этим была экспериментально определена эффективная пористость материалов для оболочек валков, которая использовалась для расчета параметров процесса формования и параметров прокатной установки.

Методика определения эффективной пористости разрабатывалась из оценки содержания влаги в оболочках при формировании электродов в ходе эксперимента [4]. Экспериментальная лента из исследуемого материала оболочки смачивали жидкостью, и обжимался в чехле из полиэтиленовой пленки [4,5]. Эффективную пористость материалов оболочек рассчитывали по объему влаги, которую впитывал материал под давлением. Определяли массу сухого образца, массу влажного образца после обжатия в валках, объем образца, плотность пропитывающей жидкости.

Расчет проводили по формуле:

$$P = [(m_L - m_S) / (\rho_L \cdot V)] \cdot 100\%,$$

где P – эффективная пористость оболочки, %; m_L – масса влажного образца после обжатия; m_S – масса сухого образца; ρ_L – плотность пропитывающей жидкости; V – объем образца.

Максимальная влажность материалов W_{\max}^c , %, определяли как:

$$W_{\max}^c = [(m_{L\max} - m_S) / m_S] \cdot 100\%,$$

где m_{Lmax} – максимальная масса влажного образца при свободной пропитке в жидкости; m_s – масса сухого образца. Максимальную массу влажного образца при свободной пропитке в жидкости m_{Lmax} определяли после выдержки 10-15 с в жидкости, выдержки образца в вертикальном положении в течение 1 мин и удалении капель на нижнем конце образца.

Влажность материалов при прокатке W_{red}^c , %, определяли как:

$$W_{red}^c = [(m_{Lred} - m_s) / m_s] \cdot 100\%,$$

где m_{Lred} – масса влажного образца после пропитки в жидкости и прокатки; m_s – масса сухого образца.

Уплотнительные валки обернуты тканевыми лентами, поэтому часть влаги переходит из электродной ленты в эти тканевые оболочки. Если число тканевых слоев на первой паре валков k_1 , их толщина $h_{об}$ и пористость $P_{об}$, то толщина электродной ленты $h_{эл1}$ после первого уплотнения равна:

$$h_{эл1} = 2h_{л0} + h_{эс} - k_1 \cdot h_{об} \cdot P_{об}.$$

Если оболочки на валках разные по толщине слоев и пористости, например, выполнены из лент разных марок то:

$$h_{эл1} = 2h_{эл0} + h_{эс} - \sum_{j=1}^2 h_{обj} \cdot P_{обj},$$

где j – номер валка, $h_{обj}$ и $P_{обj}$ – толщина и пористость оболочки на j -том валке. При равной толщине массы $h_{л0}$ с двух сторон токоотвода после уплотнения ленты толщина активного слоя с одной и другой стороны токоотвода также равна, т.е.

$$h_{эл1} = 2h_{л1} + h_{эс} = 2h_{л1} + h_c(1-K)$$

где $h_{л1}$ – половина толщины активного слоя электродных лент или толщины ленты активной массы после первого уплотнения.

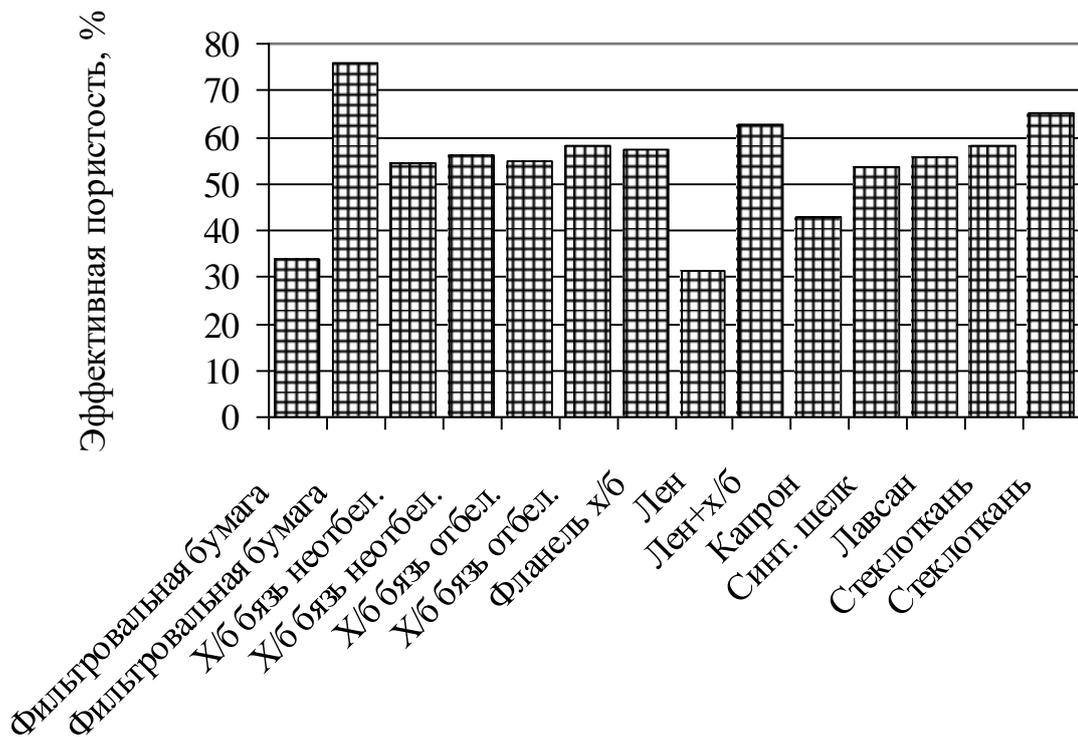


Рис. 1. Эффективная пористость материалов оболочек валков

На рис. 1 приведены значения эффективной пористости для ряда используемых материалов, а в табл. 1 – соотношение максимальной влажности

материалов и влажности при прокатке, по которой рассчитывалась эффективная пористость оболочек валков.

Таблица 1

**Средние значения максимальной влажности материалов оболочек,
влажности при прокатке и их отношение**

Наименование материала	Максимальная влажность W_{\max}^c , %	Влажность при прокатке $W_{\text{ред}}^c$, %	Отношение $W_{\max}^c / W_{\text{ред}}^c$
1	2	3	4
Фильтровальная бумага	173	118	1,47
Фильтровальная бумага	179	100	1,79
Бязь неотбеленная х/б тонкая	205	131	1,56
Бязь неотбеленная х/б	274	176	1,56
Бязь отбеленная х/б	163	116	1,40
Бязь отбеленная х/б	164	117	1,40
Фланель, х/б	226	142	1,60
Лен	182	118	1,54
Лен+х/б	195	104	1,89
Капрон	133	131	1,02
Синтетический шелк	95	93	1,02
Лавсан	156	119	1,32
Стеклоткань	52	50	1,04

Наиболее эффективными впитывающими материалами являются низковольтная фильтровальная бумага, полотняная ткань из льна и хлопка и стеклоткань, однако могут с успехом использоваться большинство хлопчатобумажных и синтетических тканей. Использование синтетических тканей и стеклоткани продиктовано тем, что адгезия к ним прокатываемой активной массы мала, напротив, для хлопчатобумажных, льняных тканей и тканей из льна и хлопка адгезия активной массы при прокате превышает когезионную прочность самой массы, поэтому при формировании нарушается целостность активного слоя. Поэтому использовали двух или трехслойные оболочки, в которых внешний слой был из стеклоткани или синтетической ткани (лавсана, капрона, синтетического шелка).

Число необходимых уплотнительных проходов растет с увеличением толщины электродных лент. Варианты прокатки с 3 и более уплотнительными проходами приемлемы для «ручной» технологии, но не могут считаться рациональными для производственных установок [6]. Уменьшение числа уплотнительных проходов возможно за счет увеличения толщины слоев и применения двухслойных или трехслойных оболочек. Но при увеличении толщины и числа слоев растет погрешность толщины электродных лент. Поэтому нецелесообразно применять более двух слоев ткани для каждого вала.

Суммарное число слоев k_{Σ} на уплотнительных валах равно:

$$k_{\Sigma} = 2h_{лн} \cdot (\gamma_{лн}/\gamma_{л0} - 1)/(h_{об} \cdot P_{об})$$

Или

$$k_{\Sigma} = [h_{эл\ n} - h_c \cdot (1 - K)] \cdot (\gamma_{лн}/\gamma_{л0} - 1)/(h_{об} \cdot P_{об}).$$

Полученное значение округляется до целого числа. При одинаковых $h_{об}$ и $P_{об}$ слоев толщина получаемого электрода определяется по формуле :

$$h_{эл\ n} = h_{эл0} - \sum_{i=1}^n k_i \cdot h_{об\ i} \cdot P_{об\ i}.$$

На практике может варьироваться толщина и количество слоев на валах. В этом случае расчет следует вести по формуле:

$$h_{эл\ n} = h_{эл0} - \sum_{j=1}^m h_{об\ j} \cdot P_{об\ j}.$$

Выводы

Приведенная модель дает возможность рассчитать и оптимизировать как параметры процесса формирования, так и параметры формирующей установки, решить все прямые и обратные задачи при расчете параметров процесса формирования.

Примеры результатов расчета конструктивных параметров прокатной установки при формировании электродных лент разной толщины для электродов с активной массой состава, масс. % : CuO : технический углерод : связующее – 85:5:10, начальная влажность 55,6%, конечная плотность активного слоя электродов 2,6 г/см³, токовый коллектор – просечная сетка толщиной 0,1 мм, $K = 0,67$.

Пример 1: толщина электрода 0,3 мм, оболочки валков – по 1 слою стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, оболочка вала слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 2 слоя лент из фильтровальной бумаги толщиной 0,11 мм, $P = 0,716$, оболочки валков 1 слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 2 слоя лент из фильтровальной бумаги толщиной 0,11 мм, $P = 0,716$ на валке слой ленты из фильтровальной бумаги толщиной 0,11 мм, $P = 0,716$.

Пример 2: толщина электрода 0,5 мм, оболочки валков – по 1 слою стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, оболочка вала – 1 слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 2 слоя

ткани лен+х/б толщиной 0,3 мм, $P = 0,627$, оболочки валков – по 1 слою стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$ и по 1 слою ткани лен+х/б толщиной 0,3 мм, $P = 0,627$.

Пример 3: толщина электрода 0,7 мм, оболочки валков – по 1 слою стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, оболочка валка – 1 слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 2 слоя ткани лен+х/б толщиной 0,3 мм, $P = 0,627$, оболочки валков – 1 слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 2 слоя ткани лен+х/б толщиной 0,3 мм, $P = 0,627$ на валке слой стеклоткани толщиной 0,2 мм, $P = 0,65$, 3 слоя ткани лен+х/б толщиной 0,3 мм, $P = 0,627$.

Расчеты, произведенные по предложенной математической модели, и экспериментальная проверка результатов расчета показали: 1) разработанная модель пригодна для расчета параметров процесса формования, состава и толщин оболочек валков; 2) для формования электродов толщиной не более 0,5 мм можно использовать в качестве слоев, впитывающих влагу, ленты фильтровальной бумаги либо тканевые оболочки; 3) при формовании электродов большей толщины применять ленты фильтровальной бумаги нецелесообразно.

Библиографический список

1. Сербиновский М.Ю., Волощук В.Г., Шкураков В.Л. Оперезение при формовании лент

УДК 621.315

активной массы // Изв. вузов. Сев. Кавк. регион. Техн. науки. 2001 – № 4. – С. 25–29.

2. Waddoups M.E., Eisenmann J.R., Kaminske B. E. Microscopic fracture mechanics of advances composite materials // Journal of composite materials. 1971. Vol.5, № 4. P. 446-454.

3. Состина Е.В., Сербиновский М.Ю., Галкин С.А., Иванова Ю.Б. Расчет параметров уплотнения активного слоя при формировании ленточных электродов химических источников тока // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2005. Спец. вып.: Композиционные материалы. С. 59-65

4. Багоцкий, В.С. Химические источники тока. / Багоцкий В.С., Скупдип А.М.; М: Энергоиздат.- 1981,- 360с.

5. Zhang Y. Progress of electrochemical capacitor electrode materials: A review / Zhang Y., Feng H., Wu X., Wang L., Zhang A., Xia T., Dong H., Li X., Zhang L. // Int. J. Hydrogen Energy. 2009. V.34. P.4889-4899.

6. Сербиновский М.Ю., Федорчук В.Е., Иванова Ю.Б., Состина Е.В. Разработка математической модели экологически чистого процесса формования непрерывных композиционных лент // Результаты исследований. 2009: материалы 58-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, науч. работников, аспирантов и студентов ЮРГТУ (НПИ) / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. С. 183-190

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ КАБЕЛЯ

Суллеев Абсаид Хуррамович

к.т.н., профессор Ташкентский государственный транспортный университет, (Узбекистан)

Магистр:

Хуррамов А.Т.

MODERN HIGH QUALITY CABLES

Sulliev Absaid Khurramovich

Candidate of Technical Sciences, Professor Tashkent State Transport University, (Uzbekistan)

Master: Khurramov A.T.

АННОТАЦИЯ

Расширенные возможности могут быть использованы в процессе реализации новых проектов городского строительства. Как известно, потребность в создании сверхпроводящей инфраструктуры для передачи и распределения электрической энергии начала остро ощущаться в центрах мегаполисов еще в начале XXI века.

ABSTRACT

Extended capabilities can be used in the implementation of new urban construction projects. As you know, the need to create a superconducting infrastructure for the transmission and distribution of electrical energy began to be acutely felt in the centers of megacities at the beginning of the 21st century.

Ключевые слова: Провода на основе низкотемпературных сверхпроводников представляли собой сложные конструкции.

Key words: Wires based on low-temperature superconductors were complex designs.

Сегодня кабельная промышленность находится в стадии интенсивного роста. Смелые научные разработки активно применяются на

практике, что существенно расширяет возможности кабельно-проводниковой продукции