

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ГРАФИТОПЛАСТ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНЫХ ЖИДКОСТЯХ

И.И. КОМИССАРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ротационное высокопроизводительное и качественное формование манекенов одежды из полимеров [1] возможно лишь при наличии разъемных, высокоточных, герметичных металлических формующих устройств. Практика показывает, что изготовление мастер-форм манекенов литьем в землю из силумина связано с техническими трудностями формирования боковых разъемов-стыков, имеющих сложные криволинейные пространственные поверхности, вызванные стремлением избежать поднутрений в конструкциях полуформ. Вместе с тем номенклатура манекенов младшей, средней и старшей возрастных групп составляет около 100 наименований и при их производстве требует адекватного количества тонкостенных формующих с решетками ребер жесткости устройств. Механическая ручная подгонка поверхностей стыков полуформ мастер-формы после получения отливок последних малоэффективна и не дает желаемого результата.

По мнению автора данной работы, проблемой создания высокоточных формующих устройств для ротационного формования манекенов из полимеров можно решать системным подходом:

– 1) с помощью снижения существующей номенклатуры манекенов при полном охвате полотиפורстовочных размеров;

– 2) применяя для изготовления тонкостенных мастер-форм метод интенсивной медной гальванопластики;

– 3) используя медные мастер-формы по назначению и в качестве моделей для

литья в землю из более легкого силумина при тиражировании.

Однако ввиду того, что равномерное и интенсивное перемешивание электролита с целью увеличения плотности катодного тока и интенсификации электрохимического процесса меднения с помощью сжатого воздуха вблизи катодной модели манекена (матрицы) малоэффективно вследствие особенностей замкнутого расположения анодных спрофилированных медных пластин, целесообразно кроме воздушного перемешивания организовать механическое перемешивание электролита в гальванованне высотой до одного метра с помощью двухопорной лопастной мешалки.

В основу разработанной конструкции съемной мешалки положено использование двух опорных подшипников (вкладышей) скольжения, материал которых обладает необходимой ударной прочностью, химической и фрикционной стойкостью.

Цель настоящей работы – разработка оптимизированного по отношению к износу и ударной вязкости состава пресс-материала для подшипников скольжения, работающих в агрессивных серно-кислых электролитах и опорных втулках тканенаправительных роликов красильно-отделочного оборудования. В качестве связующего композиционного материала брали фенолфурфурольно-формальдегидную смолу, обладающую очень высокой химической стойкостью к длительному действию агрессивных сред. Наполнителями для смолы горячего отверждения служили серебряный графит и алюмоборо-

силикатное стекловолокно, хорошая смазываемость которого в момент формования достигалась введением в композицию ортофосфорной кислоты.

Планирование эксперимента при поиске оптимальной износостойкости опытных

образцов графитопластов проводили при исследовании факторов, уровни и интервалы варьирования которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование факторов	Условное обозначение	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		-1	0	+1	
Содержание графита q, %	\tilde{X}_1	20(40)	35(50)	50(60)	15(10)
Содержание стекловолокна d, %	\tilde{X}_2	5	12,5	20	7,5
Время выдержки при температуре прессования τ , мин/мм	\tilde{X}_3	2	3,5	5	1,5

Примечание. В скобках приведены данные, соответствующие новой области поиска параметра оптимизации.

Прессование образцов графитопластов осуществляли при температуре 150...160°C и удельном давлении 80 МПа. Объемный износ образцов, изготовленных на пресс-установке [2], определяли на машине трения 2070 СМТ-1. По окончании обработки результатов эксперимента получено неадекватное уравнение регрессии. Примем за центр нового полнофакторного эксперимента точку вблизи самого низкого значения износа ($q=50\%$; $d=12,5\%$; $\tau=3,5$ мин/мм), изменив тем самым область поиска оптимального решения (табл. 1) и уменьшив интервал варьирования \tilde{X}_1 (содержание графита). Тогда получим следующее адекватное уравнение в натуральном масштабе:

$$\hat{J} = -0,212 + 0,0083q + 0,0019d. \quad (1)$$

Поиск оптимума интенсивности изнашивания проводили методом наискорейшего спуска. В результате установлен из-

носостойкий графитопласт ФГ-1J с содержанием графита 40%, стекловолокна 5,1% и временем выдержки при прессовании $\tau=3,5$ мин на мм толщины образца. При этом интенсивность износа составляет $J=0,129$ мм³/км. Для стандартных образцов разработанного графитопласта средняя ударная вязкость $A=3,0$ кН·м/м².

В процессе обработки результатов эксперимента с образцами $\varnothing 8$ мм (высота 60 мм), испытанными на ударный срез на копре [2], показана неадекватность линейной математической модели. Вследствие этого принято решение при планировании и анализе эксперимента использовать ортогональное планирование второго порядка при исследовании факторов, уровни и интервалы варьирования которых приведены в табл. 2.

Факторы	Уровни варьирования					Интервалы варьирования
	-1,215	-1	0	+1	1,215	
q,%	16,8	20	35	50	53,2	15
d,%	3,39	5	12,5	20	21,6	7,5
τ, мин/мм	16,8	2	3,5	5	5,3	1,5

В результате получено следующее уравнение регрессии в кодированных величинах:

$$Y = 15,611 - 6,394X_1^2 - 2,583X_2^2 - 0,8X_1X_2. \quad (2)$$

Анализ данного уравнения показал, что два фактора, соответствующие содержанию графита и стекловолокна в графитопласте, влияют на критерий оптимизации. С переходом к натуральному масштабу математическая модель получает вид:

$$\hat{R} = -28,938 - 0,028q^2 + 2,047q - 0,046d^2 + 1,395d - 0,007qd. \quad (3)$$

Линейные коэффициенты в (3) одного порядка. Следовательно, полученная модель симметрична относительно всех коэффициентов.

Для поиска оптимума функции R (ударного среза) применим метод крутого

восхождения. При этом в качестве исходной точки возьмем нулевую точку с факторами q=35%; d=12,5%; τ=3,5 мин/мм.

Расчеты показывают, что уменьшение и увеличение переменных факторов по отношению к координатам исходной нулевой точки приводит к снижению параметра оптимизации. Ударная вязкость уменьшается также при поиске ее оптимума за пределами области эксперимента.

Оптимизированный состав (по массе) композиционного ударопрочного графитопласта ФГ-1R, обеспечивающего R=16,5 кН·м/м², следующий: содержание графита q=35%; стекловолокна d=12,5%; смолы фенолфурфурольно-формальдегидной - 52,5%.

Для оптимизированных графитопластов ФГ-1J и ФГ-1R определяли химическую стойкость по набухаемости - образцы в течение 40 суток выдерживались в 10% - ных растворах серной кислоты и щелочи NaOH, а также в воде. Результаты опытов обобщены в табл. 3.

Таблица 3

Жидкая среда	Графитопласт	Плотность, 10 ⁴ Н/м ³	Набухаемость за 40 суток, %, не более
10%-ный раствор H ₂ SO ₄	ФГ-1J	1,71	1
	ФГ-1R	1,69	4
	ДГ-2	1,72	1
10%-ный раствор NaOH	ФГ-1J		3
	ФГ-1R	то же	12
	ДГ-2		1
Вода	ФГ-1J		3
	ФГ-1R	то же	5,2
	ДГ-2		1,5

В табл. 3 приведены данные по графитопласту из пресс-материала ДГ-2, выпускаемого п/я А-3699 на основе фурфурол-диацетоновой смолы для подшипников скольжения – опорных втулок тканенаправительных роликов текстильного красильно-отделочного оборудования, работающих в жидкостях с рН 3...8. Обладая одинаковыми с графитопластом ФГ-1J ударной прочностью и химической стойкостью в кислой среде, этот материал менее технологичен, так как имеет более высокую температуру прессования 250°C.

ВЫВОДЫ

Разработаны оптимизированные составы композиционных графитопластов ФГ-1J и ФГ-1R по отношению

соответственно к износу и ударной вязкости.

На основе экспериментов установлена химическая стойкость графитопластов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Комиссаров И.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 6. С. 85...88.

2. *Мелентьев П.В.* // Пластические массы. – 1961, № 12. С.39.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 12.01.01.