

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ  
ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ПУТЕМ ПОДБОРА ФИЛЬЕР**

**STUDYING THE POSSIBILITY OF IMPROVING THE CONDITIONS OF FORMATION  
OF POLYOXADIAZOLE FIBERS, BY SELECTING A FILLER**

Б.П. Макаров  
B.P. Makarov

ООО "Научно-производственная фирма "Термостойкие изделия", (г. Мытищи)  
LLC Research and production firm heat-Resistant products, (Mytischki)  
E-mail: termiz@mail.ru, makarov.termiz@ya.ru

**В данной работе был изучен вопрос влияния конструкции фильеры на устойчивость процесса формования полиоксадиазольных волокон. Были проведены испытания фильер различной технологической конструкцией, подобран оптимальный вариант для производства волокон по сухо-мокрому методу.**

**In this paper, the effect of the design of the die on the stability of the process of forming polyoxadiazole fibers was studied. Tests of dies with various technological designs were carried out, the best option for the production of fibers by the dry-wet method was selected.**

**Ключевые слова: формование, волокна, фильера, раствор полимера, сухо-мокрый метод.  
Key words: molding, fibers, die, polymer solution, dry-wet method.**

Процессы формования химических волокон, их непрерывное вытягивание, промывка и другие обработки проходят в гидродинамическом поле окружающей волокно среды (осадительной ванны, воздуха), которое создается как движущимися волнами, так и путем принудительного перемещения окружающей среды. Необходимого для протекания тепло – и массообменных процессов. Гидродинамическое поле оказывает большое влияние на физико-механические процессы при получении химических волокон, в частности, на реологию процесса их деформирования [1].

При формировании волокон по мокрому методу имеют место две группы гидродинамических явлений, протекающих вблизи фильеры:

1. Обтекание фильерного комплекта осадительной ванной;
2. Формование потока осадительной ванны вблизи доньшка фильеры.

Из-за наличия фильерного комплекта, обтекаемого осадительной ванной, в ней создаются возмущения, влияющие на установление равномерного течения.

Известно, что при обтекании любого тела за ним образуется след, т.е. область, течение в которой резко отличается от основного потока.

Формирование потока осадительной ванны, движущейся с пучком формируемых волокон, происходит в первую очередь вблизи фильеры. Завершение развития пограничного слоя наблюдается на расстоянии 8-10 мм от фильеры. Линии формирования пограничного слоя имеют параболическую форму. Толщина пограничного слоя вокруг одиночного формируемого волокна достигает 0,8-1,2 мм [2, 3, 4].

Для обычно применяемых фильер при формировании вязких волокон слияние пограничных слоев происходит на расстоянии от 0,2 до 5,0 мм от поверхности фильеры.

Нормальный к направлению формируемых волокон поток осадительной ванны создает гидродинамический напор на вытекающие из отверстий фильеры струйки прядильного раствора, вызывая возможность их прилипания к фильере и друг к другу (особенно при медленном процессе осаждения).

Подсос ванны в нить (жгут) в зоне непосредственно вблизи фильеры вызывает увеличение сопротивления трения в 2-2,5 раза в той зоне, что неблагоприятно сказывается на стабильности формования. В то же время под влиянием диффузии и синерезиса растворителя из формуемых волокон появляется «поперечный поток», который в условиях мокрого метода формования вызывает снижение сил трения на 2-5% [5].

Данные положения, а также недостатки мокрого формования полиоксиадиазольных волокон были учтены при проведении экспериментальных работах по созданию (разработке) фильеры для сухо-мокрого способа получения полиоксиадиазольных волокон.

Работа по подбору оптимальных параметров (конструкции) фильеры проводилась на пилотной установке [6]. Для проведения работы использовались фильеры с диаметром доньшка 12,5 мм с диаметром отверстий 80 мкр., количеством отверстий 200 и 300 шт., отверстия расположены по концентрическим окружностям. Расстояние между отверстиями соответственно 0,55 и 0,40 мм. Для проведения работы использовался стандартный раствор полимера, таблица 1.

Таблица 1.

Состав раствора полимера

Массовая доля полимера, %	5,5
Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	98
Температура раствора, С <sup>0</sup>	25
Состав осадительной ванны	
Массовая доля H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	50
Температура, С <sup>0</sup>	70

Раствор полимера из реактора подавался через фильтр-палец на фильеру, затем через воздушную прослойку от 10 до 30 мм в корыто осадительной ванны на формование.

Количество подаваемого раствора обеспечивало получение элементарного волокна с линейной плотностью 0,17 текс при скорости формования 30 м/мин.

Свежесформованное волокно принималось через жгутопроводник на приемную галету, затем на вытяжную, где осуществлялась пластификационная вытяжка. Скорость вытяжной галеты – 30 м/мин. Затем нить подавалась на промывные ролики, промывалась водой, нейтрализовалась раствором бикарбоната натрия, затем снова водой, сушилась на сушильных роликах и принималась на паковку, установленную на электроверетене.

Первым вариантом испытывалась фильера с диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 4800, расположенных по окружностям отдельными сегментами, шаг отверстий по диаметру отверстий составлял 0,37 мм, шаг по радиусу составлял 0,40 мм. Диаметр отверстия 0,08 мм. Сегментарное расположение отверстий фильеры предполагало улучшение притока осадительной ванны к центру фильеры. Однако при применении данной фильеры получить устойчивое формование не удалось. Заправить рабочее место при применении данной фильеры не получилось.

Были изготовлены фильеры с такими же параметрами: диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 4800, диаметром отверстия 0,08 мм, в отличии от первого варианта у данной фильеры отверстия располагались по концентрическим окружностям, где шаг отверстий по диаметру окружности составляет 0,48 мм, а по радиусу 0,40 мм. На данной фильере удалось заправить рабочее место модуля формования полиоксиадиазольных волокон и получить продукцию соответствующего качества, но при длительной работе устойчивость формования была нарушена – появились слипшиеся участки, «плевки».

В дальнейшем исследования проводились на фильерах с диаметром доньшка 12,5 мм и числом отверстий 200 и 300, т.к. фильеры данной конструкции являются математическим подобием фильер с диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 3500 и 4800 отверстий.

Сравнительные физико-механические показатели нити, полученные при использовании фильер с количеством отверстий 200 и 300 шт. представлены в таблицах 2,3,4,5,6.

Таблица 2.

Фильера 300 отверстий. Пластификационная вытяжка  $\lambda = 3$ 

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	28,3	19,4
2	0,171	31,8	17,4
3	0,169	30,5	17,1
4	0,170	29,8	18,9

Таблица 3.

Фильера 300 отверстий. Пластификационная вытяжка  $\lambda = 4$ 

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	45,2	11,5
2	0,173	44,9	12,5
3	0,169	45,5	11,5
4	0,172	45,2	13,2

Таблица 4.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка  $\lambda = 3$ 

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	45,2	11,5
2	0,173	44,9	12,5
3	0,169	45,5	11,5
4	0,172	45,2	13,2

Таблица 5.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка  $\lambda = 4$ 

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,168	47,5	11,2
2	0,172	48,3	10,8
3	0,171	47,9	12,0
4	0,173	46,9	11,0

Таблица 6.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка  $\lambda = 5$ 

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,169	54,3	9,8
2	0,171	52,8	10,2
3	0,170	53,1	10,1
4	0,168	55,2	9,9

Как видно из таблицы, что при формировании с применением фильеры с количеством отверстий 200, т.е. с большим расстоянием между отверстиями (0,55 мм), физико-механические показатели выше, чем при формировании на фильере 300 отверстий с меньшим расстоянием между отверстиями (0,44 мм). Процесс формирования был более устойчив не наблюдалось обрыва элементарных волокон и заваров отверстий фильеры.

При использовании фильеры с 300 отверстиями не удалось поднять пластификационную вытяжку до 5-ти кратной из-за высокой обрывности.

Изучен процесс влияния конструкции фильеры на устойчивость процесса формирования полиоксиадиазольного волокна сухо-мокрым способом.

Найдено, что при формировании с применением фильеры с большим расстоянием между отверстиями, физико-механические показатели выше, чем при формировании на фильере с меньшим расстоянием между отверстиями.

Для производства полиоксиадиазольного волокна по сухо-мокрому способу, рекомендовано использовать фильеры с количеством отверстий 200 и 300, с тем же диаметром донышка – 12,5 мм, необходимо увеличить расстояние между отверстиями с 0,48 мм до 0,65 мм, для обеспечения более устойчивого процесса формирования и повышения качества выпускаемых волокон.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биркгоф Г., Сарантанелло Э. Струи, следы, каверны. М., «Мир», 1964, 466с.
2. Griffith R., *Ing. Chem. Fund.*, 1964, v.3, №3, p. 245-250
3. Рябушкин А.В., Серков А.Т., *Хим. волокна*, 1969, №6, с. 33-35
4. Данилина Г.А., Рябушкин А.В., Серков А.Т., *Хим. волокна*, 1971, №6, с. 62-64
5. Данилина Г.А., Ковалев Г.Д., Серков А.Т., *Хим. волокна*, 1973, №2, с. 76
6. Макаров Б.П., Матрохин А.Ю., *ПОИСК*, Иваново 2019, с. 7-9