
Рецензируемый научно-теоретический журнал • Выходит один раз в квартал

Редакционный совет

Б. А. Якимович, д-р техн. наук, проф. (главный редактор); *В. А. Алексеев*, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора); *Ю. О. Михайлов*, д-р техн. наук, проф. (зам. главного редактора); *И. В. Абрамов*, д-р техн. наук, проф.; *В. З. Беленький*, д-р физ.-мат. наук, проф.; *А. В. Вахрушев*, д-р физ.-мат. наук; *В. И. Гольдфарб*, д-р техн. наук, проф.; *В. Б. Дементьев*, д-р техн. наук, проф.; *И. З. Климов*, д-р техн. наук, проф.; *А. Л. Кузнецов*, д-р экон. наук, проф.; *В. А. Кутергин*, д-р техн. наук, проф.; *В. И. Кодолов*, д-р хим. наук, проф.; *А. М. Липанов*, д-р техн. наук, проф., акад. РАН; *В. Е. Лялин*, д-р техн. наук, д-р экон. наук, проф.; *А. И. Нистюк*, д-р техн. наук, проф.; *М. В. Петрова*, д-р полит. наук; *Ф. А. Романюк*, д-р техн. наук, проф.; *О. И. Шаверин*, д-р техн. наук, проф.; *М. И. Шишкин*, д-р экон. наук, проф.

Редакционная коллегия

Машиностроение	<i>С. Н. Храмов</i> , д-р техн. наук, проф. <i>В. Н. Диденко</i> , д-р техн. наук, проф. <i>В. И. Добровольский</i> , д-р техн. наук, проф. <i>С. А. Писарев</i> , д-р техн. наук, проф.
Экономика	<i>Р. А. Галиахметов</i> , д-р экон. наук, проф. <i>Е. А. Полищук</i> , д-р экон. наук, проф. <i>Н. Л. Тарануха</i> , д-р экон. наук, проф.
Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь	<i>В. В. Хворенков</i> , д-р техн. наук, проф. <i>О. В. Коробейникова</i> , д-р техн. наук, проф. <i>В. А. Куликов</i> , д-р техн. наук, проф.
Управление, вычислительная техника и информатика	<i>А. И. Мурынов</i> , д-р техн. наук, проф. <i>М. А. Сенилов</i> , д-р техн. наук, проф.
Математика	<i>А. В. Алиев</i> , д-р физ.-мат. наук, проф. <i>И. Г. Русяк</i> , д-р техн. наук, проф. <i>В. А. Тененёв</i> , д-р физ.-мат. наук, проф.
Педагогика и психология	<i>В. С. Черепанов</i> , д-р пед. наук, проф. <i>Е. В. Осмина</i> , канд. психол. наук, доц. <i>Ю. Н. Сёмин</i> , д-р пед. наук, проф.

Адрес редакции: 426069, Ижевск,
Студенческая, 7, тел./факс (3412)58-38-77
<http://www.istu.ru>. E-mail: izdat@istu.ru

© Ижевский государственный
технический университет, 2011
© Издательство ИжГТУ, 2011

Рецензируемый научно-теоретический журнал «Вестник Ижевского государственного технического университета» включен ВАК России в перечень ведущих научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций по Удмуртской Республике. Свидетельство ПИ № ТУ 18-0063 от 17 апреля 2009 г.

Список литературы

1. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 172 с.

2. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя ; пер. с англ. / под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 432 с.

3. Макаров И. М., Менский Б. М. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета и справочный материал). – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 504 с. : ил.

K. B. Sentyakov, Candidate of Technical Sciences, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

I. A. Davydov, Postgraduate Student, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

A. N. Shelpyakov, Candidate of Technical Sciences, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

Operative Parametrical Identification of a Dynamic Object

A method of realization of controlled member parametrical identification under step input is considered. The results of the computational experiments using the given method are presented.

Key words: identification of controlled member, computational experiment.

УДК 621.002.5

К. П. Ширококов, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ УСТРОЙСТВА ВОЛОКНООБРАЗОВАНИЯ

Работа посвящена экспериментальному исследованию характеристик волокнообразующего устройства, оценке влияния конструктивных и режимных факторов на его работу. Приводится конструкция волокнообразующего устройства и результаты исследований.

Ключевые слова: устройство, характеристика, воздушный поток, волокно.

Развитие различных отраслей промышленности связано с созданием и использованием новых видов волокон и волокнистых материалов. Без таких материалов невозможно было бы создание новых композиционных материалов, обладающих высокой прочностью и термостойкостью при малой плотности, которые применяются в ракетной и космической технике, в автотранспорте и судостроении [1]. Сегодня актуальной задачей является разработка технологий и создание высокопроизводительного оборудования для производства волокнистых материалов высокого качества.

Известный традиционный технологический процесс получения волокнистых изделий из термопластичного сырья заключается в экструзии расплава полимера через тонкие отверстия фильеры в шахту, где происходит вытягивание струи до заданного диаметра и охлаждение ее до температуры, отвечающей твердообразному состоянию нити. Отвержденная нить наматывается на приемное приспособление и подвергается растяжению и гофрировке. На следующем этапе технологического процесса происходит резка жгута на элементарные штапельные волокна [2]. Традиционная технология получения штапельных волокон – достаточно сложное и энергоемкое производство, предполагающее использование

дорогостоящего технологического оборудования на всех стадиях получения готового волокна.

Актуальной задачей технологии получения волокнистых материалов из термопластичного сырья с производственной точки зрения является создание линии, объединяющей технологические операции формования и вытягивания элементарных нитей, позволяющей сократить число трудоемких технологических операций и переходов при переработке волокон, обеспечивая при этом требуемые физико-механические свойства получаемых изделий. Это обстоятельство является основным направлением повышения технико-экономической эффективности технологического процесса получения волокнистых материалов из термопластичных материалов.

Целью исследований являлось определение характеристик волокнообразующего устройства, оценка влияния различных конструктивных и режимных факторов на его работу, позволяющих проводить процесс вытяжки элементарных штапельных волокон в едином технологическом цикле.

Практический интерес представляет способ вертикального раздува струи расплавленного материала воздушным потоком, организованно направленным волокнообразующим устройством. Предлагаемый способ принципиально отличается от традиционных

методов получения элементарных штапельных волокон и является наиболее перспективным по своим технико-экономическим показателям. Такой технологический процесс позволяет объединить операции формирования и вытягивания элементарных волокон, сокращает число трудоемких технологических операций и переходов при переработке волокон, что существенно позволяет снизить себестоимость производства [3, 4, 5].

Эффективность технологии получения волокнистых материалов рассматриваемым способом в значительной мере зависит от работы волокнообразующего устройства, осуществляющего процесс взаимодействия струи расплавленного материала с воздушным потоком. Отличительная особенность устройства заключается в том, что усилие вытяжки элементарных волокон создается воздушным потоком, организованно направленным и определяющим во многом производительность и качество получаемых изделий. При этом основными факторами в работе устройства являются параметры воздушного потока, которые существенно зависят от конструктивных особенностей самого устройства [3, 5].

На данном этапе исследования поставлена задача определения характеристик волокнообразующего устройства, оценки влияния различных конструктивных и режимных факторов на его работу.

Устройство для получения волокнистых материалов (рис. 1) состоит из верхнего 1 и нижнего 2 элементов, которые образуют внутреннюю кольцевую полость 3 для подвода сжатого воздуха, кольцевой зазор шириной h и диффузор 4, зафиксированный прижимным кольцом 10. Ширина h кольцевого зазора зависит от толщины регулировочной шайбы 5. Подводящий канал 6 выполнен тангенциальным к внутренней кольцевой полости, канал 7 – радиальным, что позволяет создавать на выходе из кольцевой полости устройства воздушный вихревой поток. При необходимости канал можно закрыть пробкой 8.

Устройство работает следующим образом. Воздушный поток давлением p_k через тангенциальный 6 или радиальный 7 каналы поступает в кольцевую полость 3, где происходит его значительное сжатие. Сжатый воздух, пройдя через кольцевой зазор, поступает в диффузор 4 и продолжает двигаться вдоль его стенок, создавая разрежение p_v в центральном отверстии 9. В результате этого через центральное отверстие инжектируется дополнительный воздушный поток с расходом Q_v , увлекающий струю расплавленного материала и транспортирующий ее к основному высокоскоростному потоку воздуха, истекающему из кольцевого зазора. Под действием аэродинамических сил воздушного потока происходит расщепление струи расплавленного материала на множество струй с последующей их вытяжкой в штапельные волокна.

На первом этапе исследований определялась величина разрежения p_v в центральном отверстии устройства, определяющая во многом характер процесса волокнообразования. Эксперимент проводился с постоянными параметрами: $d_r = 0,009$ м, $L = 0,04$ м,

$\beta = 10^\circ$, $d_d = 0,0118$ м и варьируемыми параметрами: $K = 0,0062\text{--}0,0069$ м, $h = 0,0003\text{--}0,0006$ м при $p_k = 10\ 000\text{--}200\ 000$ Па.

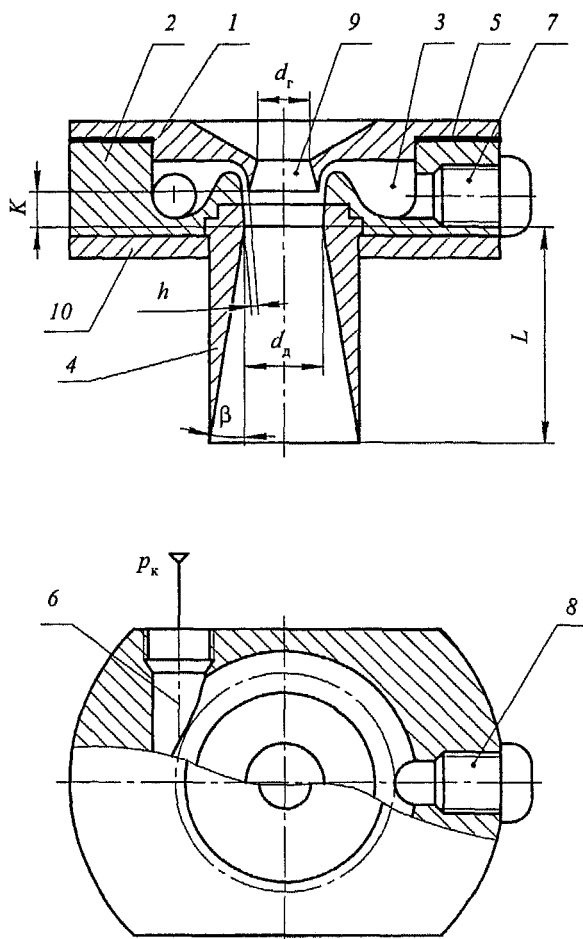


Рис. 1. Конструкция устройства волокнообразования

Перед каждым опытом устанавливалась величина кольцевого зазора путем замены регулировочной шайбы, а затем снималась характеристика устройства. Эксперимент проводился при четырех величинах кольцевого зазора h : 0,0003 м; 0,0004 м; 0,00046 м; 0,0006 м. Опыт проводился при закрытом атмосферном отверстии, что обеспечило максимальное разрежение в центральном отверстии. В центральное отверстие герметично вставлялась трубка, соединенная с вакуумметром, через подводящий канал подавался сжатый воздух давлением p_k . Давление в кольцевой полости устройства p_k измеряли образцовым манометром с пределом измерения $0,4 \cdot 10^6$ Па класса точности 0,6. Величину разрежения в центральном отверстии устройства измеряли тягонапорометром типа ТНМП-52 с пределом измерения 12500 Па.

На втором этапе исследований определялся расход инжектируемого через центральное отверстие воздуха Q_v . Характеристика расхода позволяет судить о скорости охлаждения струи расплавленного материала в зоне ее взаимодействия с воздушным потоком. Опыты были проведены по методике, описанной выше, при тех же геометрических и физиче-

ских параметрах процесса. Величину расхода инжектируемого воздуха через центральное отверстие устройства измеряли ротаметром типа РМ-04 с рабочим диапазоном измерения 0,75–4,3 м³/ч.

Результаты экспериментального исследования зависимости величины разрежения в центральном отверстии от параметров процесса представлены на рис. 2. В результате было установлено, что на величину разрежения p_a существенное влияние оказывает величина кольцевого зазора h и характер закрутки воздушного потока, протекающего через кольцевую полость устройства.

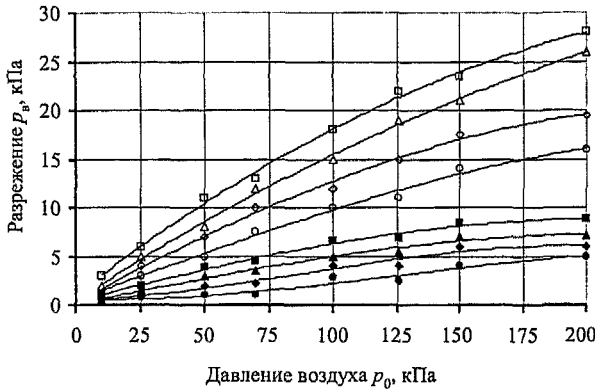


Рис. 2. Зависимость разрежения p_a в центральном отверстии от давления воздуха в устройстве p_0 : воздушный поток без закрутки – $\square$ – $h = 0,0006$ м, $K = 0,00696$ м; – $\blacktriangle$ – $h = 0,00046$ м, $K = 0,0067$ м; – $\blacklozenge$ – $h = 0,0004$ м, $K = 0,0064$ м; – $\circ$ – $h = 0,003$ м, $K = 0,0062$ м; воздушный поток вихревой – $\blacksquare$ – $h = 0,0006$ м, $K = 0,00696$ м; – $\blacktriangle$ – $h = 0,00046$ м, $K = 0,0067$ м; – $\blacklozenge$ – $h = 0,0004$ м, $K = 0,0064$ м; – $\bullet$ – $h = 0,0003$ м, $K = 0,0062$ м

Как видно из приведенных данных, величина разрежения с уменьшением площади кольцевого зазора уменьшается. Это объясняется повышением сопротивления истечению воздушного потока через кольцевой зазор устройства. Другим важным параметром, влияющим на величину разрежения, является характер закрутки воздушного потока. В случае если на выходе устройства создается вихревой воздушный поток, происходит резкое снижение величины разрежения. Это объясняется появлением тангенциальной составляющей скорости воздушного потока, что, в свою очередь, приводит к снижению осевой составляющей скорости на выходе из диффузора устройства.

Результаты, иллюстрирующие зависимость величины расхода воздуха, проходящего через кольцевой зазор, от давления в кольцевой полости p_k , представлены на рис. 3.

Исследования показали, что расход воздуха через центральное отверстие устройства возрастает с уве-

личением ширины кольцевого зазора. Это вызвано тем, что увеличение ширины кольцевого зазора вызывает рост его площади проходного сечения, которое, в свою очередь, приводит к росту разрежения и, соответственно, расходу воздуха при заданном давлении в волокнообразующем устройстве.

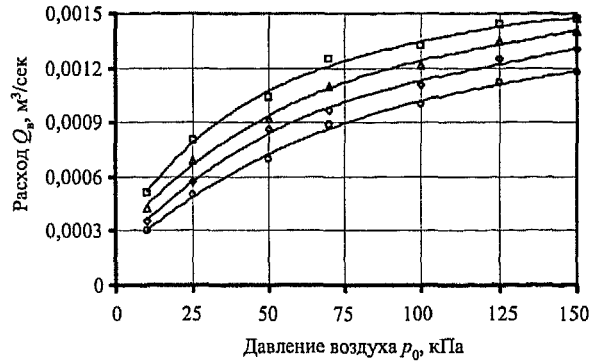


Рис. 3. Зависимость расхода Q_a в центральном отверстии от давления воздуха в устройстве p_0 : воздушный поток без закрутки – $\square$ – $h = 0,0006$ м, $K = 0,00696$ м; – $\triangle$ – $h = 0,00046$ м, $K = 0,0067$ м; – $\diamond$ – $h = 0,0004$ м, $K = 0,0064$ м; – $\circ$ – $h = 0,003$ м, $K = 0,0062$ м

Таким образом, полученные результаты экспериментального исследования волокнообразующего устройства позволяют установить общие закономерности работы устройства при различных геометрических и режимных параметрах. Полученные характеристики являются исходными данными для конструирования подобных устройств и разработки технологического процесса и оборудования с целью получения волокнистых материалов способом вертикального раздува воздухом с требуемыми физико-механическими свойствами.

Список литературы

1. Папков С. П. Теоретические основы производства химических волокон. – М.: Химия, 1990. – 272 с.
2. Технология производства химических волокон: учебник для техникумов / А. Н. Рязунов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980. – 448 с.
3. Технология и оборудование для производства волокнистых материалов способом вертикального раздува: монография / А. И. Шияев [и др.]. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2008. – 248 с.
4. Янков В. И., Жиганов Н. К., Пирог Н. И. Переработка волокнообразующих полимеров. В 7 т. – Т. 7. Формование волокон из расплавов полимеров. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 452 с.
5. Ширококов К. П. Технологический процесс получения штапельного волокна из расплава термопластов способом вертикального раздува воздухом // Вестник ИжГТУ. – 2008. – № 3. – С. 28–31.

K. P. Shirobokov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Votkinsk Branch of Izehevsk State Technical University

Estimation of Influence of Constructive and Operation Factors on Fiberization Device Work

An experimental research of fiberization device work characteristics and of influence of constructive and operation factors on its work is presented. The device design and research results are given.

Key words: device, characteristic, air stream, fiber.