

УДК 677.014 – 615.468

DOI 10.47367/0021-3497_2021_6_184

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЛУФАБРИКАТОВ
ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ***

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT
FOR THE PREPARATION OF SEMI-FINISHED PRODUCTS
FROM TEXTILE WASTE AND SECONDARY RAW MATERIALS
FOR THE MANUFACTURE OF COMPOSITE TEXTILE MATERIALS
FOR VARIOUS PURPOSES**

А.А. ЖУКОВА, А.Г. ХОСРОВЯН, Г.А. ХОСРОВЯН

A.A. ZHUKOVA, A.G. KHOSROVYAN, G.A. KHOSROVYAN

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: askarm@mail.ru; khosrovyan_haik@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы технологии и оборудования для подготовки полуфабрикатов из текстильных отходов и вторичного сырья и для изготовления композиционных текстильных материалов. Рассмотрены преимущества разработанных технологий, оборудования и способа получения композиционных текстильных материалов. Дана характеристика и преимущества использования разработанной технологической линии для подготовки полуфабрикатов и изготовления композиционных текстильных материалов. Показана вариативность разработанной технологической линии в зависимости от исходного сырья и назначения композиционных текстильных материалов. Представлены результаты теоретических исследований технологических процессов, протекающих на этапе подготовки полуфабрикатов и получении многослойных композиционных текстильных материалов.

The article under review deals with the issues of technology and equipment for the preparation of semi-finished products from textile waste and secondary raw materials, for the manufacture of composite textile materials. The advantages of the

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской обл., проект № 20-43-370010.

developed technologies, equipment and method of obtaining composite textile materials are considered. The characteristics and advantages of using the developed technological line for the preparation of semi-finished products and the manufacture of composite textile materials are given. The variability of the developed technological line depending both on the initial raw materials and the purpose of composite textile materials is shown. The results of theoretical studies of technological processes occurring at the stage of preparing semi-finished products and obtaining multilayer composite textile materials are presented.

Ключевые слова: текстильные отходы и вторичное сырье, регенерация, композиционные текстильные материалы, оборудование и способ для получения композиционных текстильных материалов, технологические линии.

Keywords: textile waste and secondary raw materials, regeneration, composite textile materials, equipment and method for producing composite textile materials, technological lines.

В настоящее время особенно актуальными являются разработки безотходных, ресурсосберегающих технологий и оборудования для производства новых видов материалов, используемых в различных отраслях народного хозяйства.

Анализ опыта работы отечественных и зарубежных фирм, занимающихся разработкой технологий и оборудования для регенерации волокон из текстильных отходов, показывает, что существует необходимость разработки технологий и оборудования для повышения качества регенерированных волокон с целью их более эффективного использования в общем сырьевом балансе текстильной промышленности.

Повышение эффективности процесса регенерации волокон из текстильных отходов и вторичного сырья стало возможным благодаря разработке инновационной технологии с более качественной регенерацией волокон из текстильных отходов и вторичного сырья и использования в технологической линии разработанных нами оборудования для подготовки, в том числе и оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки.

Как известно, существующие способы регенерации волокон из текстильных отходов и вторичного сырья несовершенны. Полученная из отходов волокнистая масса состоит из смеси отдельных волокон, комплек-

сов волокон, фрагментов волокон, примесей и т.д., что значительно ухудшает качество получаемой конечной продукции.

Наши разработки новой технологии и оборудования для переработки текстильных отходов и вторичного сырья на основе более качественного восстановления волокон с последующим их использованием в производстве новых видов композиционных текстильных материалов являются актуальными и необходимыми, и позволят бизнесу занять новые рыночные ниши, организовать производство новых композиционных текстильных материалов для различных отраслей народного хозяйства.

Для эффективного решения проблемы недопущения содержания в выпускаемой волокнистой смеси неразработанных комплексов волокон, фрагментов волокон, примесей и т.д. предложено использовать в технологической линии разработанное нами оборудование для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки на основе также разработанного нами способа получения многослойных волокнистых материалов, который заключается в направленном перемещении под воздействием воздушных потоков волокнистого потока, состоящего из смеси элементарных волокон, комплексов волокон и разделении волокнистого потока на фракции по зонам формирования двух слоев (верхнего и нижнего). Верхний слой

содержит только одиночные волокна, а нижний слой – комплексы волокон. Примеси выпадают в отходы.

Преимуществом данной технологии в отличие от известных является то, что только нижний слой, состоящий из комплексов волокон, возвращается на повторную переработку, тем самым сохраняются одиночные волокна, составляющие верхний слой.

Новизна в технологии подготовки полуфабрикатов из текстильных отходов и вторичного сырья для изготовления композиционных текстильных материалов заключается в том, что полуфабрикат для изготовления композиционных текстильных материалов содержит только одиночные волокна. Минимальная длина волокна зависит от настройки оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки.

Кроме того, дополнительное использование в технологической линии для переработки текстильных отходов разработанных нами пыльчатых разрыхлителей также обеспечивает получение волокнистой смеси с наибольшим содержанием одиночных волокон, которая затем подается на оборудование для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки.

Применение в технологических линиях разработанных нами пыльчатых разрыхлителей повышает эффективность разрыхления и очистки волокнистого материала, снижает зажгучивание волокон, неровноту полуфабриката, повышает качество композиционного текстильного материала. В процессе расщипывания волокнистых материалов, выделения сорных примесей и уменьшения количества комплексов волокон на разработанных пыльчатых разрыхлителях важную роль играют два взаимосвязанных фактора. Первый фактор – это воздействие на комплексы волокон вращающихся рабочих органов, второй фактор (аэродинамический) – это воздействие на комплексы волокон вращающихся воздушных потоков в камерах расщипывания.

Новизна в технологии изготовления композиционных текстильных материалов заключается в применении оборудования и способа получения многослойных армированных волокнистых материалов, образую-

щихся в результате соединения одновременно сформированных равномерных по толщине и физико-механическим показателям волокнистых слоев и армирующего материала.

Преимуществами предложенной нами технологической линии изготовления композиционных текстильных материалов являются:

- упрощение и сокращение технологического процесса за счет исключения операций, протекающих на преобразователе пророчеса, а также операций предварительного скрепления на иглопробивной машине, наматывания в рулон, складирование на раме и сложения волокнистых холстов с прокладыванием между них ткани для армирования и, как следствие, уменьшение времени на изготовление продукции;

- повышение качества получаемой продукции за счет дополнительной очистки и обеспыливания;

- улучшение условий труда и сокращение численности обслуживающего персонала за счет сокращения технологических операций;

- непрерывность технологического процесса, обеспеченная включением в технологическую линию разработанного нами оборудования, на котором происходит параллельное образование нескольких волокнистых слоев с последующим их соединением на данном оборудовании с материалом для армирования;

- вариативность технологической линии.

В зависимости от исходного сырья и назначения композиционных текстильных материалов определенные машины в разработанной технологической линии включаются либо выключаются. Но ключевые машины (оборудование для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки и оборудование для получения многослойных волокнистых) работают постоянно.

Разработанные нами технологии и оборудование для подготовки полуфабрикатов из текстильных отходов и вторичного сырья и изготовления композиционных текстильных материалов позволяют получать следующие композиционные текстильные материалы:

- для изготовления костюмов сварщика, металлурга, вачег, рукавиц;
- для ремонта подземных коммуникаций (трубопроводов);
- для изготовления вентиляционных рукавов подачи воздуха в шахты;
- для сбора росы с травы;
- для локализации нефтепродуктов при их разливе;
- для изготовления обуви;
- для изготовления мебели;
- для изготовления подкрыльников для автомобилей;
- для шумоизоляции в автомобилестроении;
- для строительства автомобильных дорог (геотекстиль);
- и т.д.

При разработке технологий и оборудования для подготовки полуфабрикатов из текстильных отходов и вторичного сырья и изготовления композиционных текстильных материалов был разработан математический аппарат для описания технологических процессов, протекающих на разработанном нами оборудовании и в технологической линии [3], [4].

В результате теоретических исследований получены математическая модель процесса ударного воздействия рабочих элементов на волокнистый комплекс в разрыхлителях-очистителях, математическая модель и алгоритм для расчета условия движения волокнистого комплекса вдоль поверхности рабочего элемента в разрыхлителях-очистителях, методика расчета траекторий движения волокнистого комплекса в воздушных потоках в камерах разрыхлителей-очистителей, методика расчета скоростей воздуха в зоне аэродинамического съема волокон в разрыхлителях-очистителях, дифференциальное уравнение движения волокнистых комплексов в камере распределения при их азросъеме и движении в зону разделения на фракции в оборудовании для получения многослойных армированных волокнистых материалов и методика численного моделирования процесса движения волокнистого потока в камере аэродинамической рассортировки при получении многослойных композиционных текстильных материалов.

ВЫВОДЫ

Выполнены экспериментальные исследования по определению состава волокнистой смеси после регенерации волокон из текстильных отходов вторичного сырья и эффективности процесса разволокнения в контрольных зонах технологической линии. Полученные результаты были использованы для корректировки скоростных режимов работы оборудования и количества отсасываемого технологического воздуха из контрольных зон технологической линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления/Хосровян Г.А., Хосровян А.Г., Красик Т.Я., Хосровян И.Г., Жегалина Т.В.– Оpubл. 10.01.2013.
2. Патент 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Хосровян Г.А., Красик Т.Я., Тувин М.А., Хосровян И.Г. – Оpubл. 05.08.2016.
3. Патент № 2361022 Российская Федерация. Разрыхлитель-очиститель с многоступенчатой очисткой / Хосровян Г.А., Хосровян А.Г., Кушаков О.Н., Мкртумян А.С., Минеева Л.В., Жегалина Т.В.– Оpubл. 10.07.2009.
4. Хосровян А.Г., Мкртумян А.С., Кушаков О.Н., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Разработка регулятора линейной плотности на разрыхлителе-очистителе с многоступенчатой очисткой с определением граничных условий работы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6. С. 77...79.
5. Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Общая теория динамики волокнистых комплексов в процессе их взаимодействия с рабочими органами разрыхлителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6. С. 194...197.
6. Хосровян И.Г. Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Математическое моделирование движения волокнистого комплекса на колке барабана разрыхлителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 4. С. 85...88.
7. Тувин М.А., Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Тувин А.А., Хосровян Г.А. Математическое моделирование процесса движения волокнистой смеси в бункерном питателе с переменной площадью поперечного сечения шахты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С. 83...87.
8. Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Разработка теории выравнивающей способности устройства для получения многослойных волокнистых материалов// Изв. вузов. Технология

текстильной промышленности. – 2013, № 6. С.79...82.

9. Тувин М.А., Хосровян И.Г., Хосровян А.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Математическое моделирование аэродинамической рассортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С. 71...76.

10. Хосровян А.Г., Тувин М.А., Красик Т.Я., Хосровян Г.А., Тувин А.А. Математическая модель движения волокна при его съеме ускоряющимся воздушным потоком с гарнитуры вращающегося пылевого барабана // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №2. С. 185...188.

11. Хосровян А.Г., Хосровян И.Г., Хосровян Г.А. Движение волоконистых комплексов в процессе их аэродинамического съема в камере распределения //Международный научно-исследовательский журнал. –2021. Часть 1, № 3 (105). С. 84...88.

12. Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Математическое моделирование процесса очистки волоконистых материалов в разрыхлителе-очистителе //Международный научно-исследовательский журнал. –2021. Часть 1, № 4 (106). С. 86...92.

13. Хосровян А.Г., Хосровян И.Г., Хосровян Г.А. Инновационные разработки в области технологии и оборудования для производства композиционных волоконистых материалов // Научный журнал "GLOBUS" Технические науки. – 2021. Том 7, № 1 (37). С.35...39.

REFERENCES

1. Patent No. 2471897 Russian Federation. A method for producing multilayer fibrous materials and a device for its implementation / Khosrovyan G.A., Khosrovyan A.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan I.G., Zhegalina T.V. - Publ. 01/10/2013.

2. Patent 2595992 Russian Federation. A method for obtaining multilayer fibrous materials and a device for its implementation / Khosrovyan G.A., Krasik T.Ya., Tuvin M.A., Khosrovyan I.G. – Published. 08/05/2016.

3. Patent No. 2361022 Russian Federation. Baking powder-cleaner with multi-stage cleaning / Khosrovyan G.A., Khosrovyan A.G., Kushakov O.N., Mkrtumyan A.S., Mineeva L.V., Zhegalina T.V. - Publ. 07/10/2009.

4. Khosrovyan A.G., Mkrtumyan A.S., Kushakov O.N., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Development of a linear density regulator on a baking powder-cleaner with multi-stage cleaning with determination of the boundary conditions of operation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2011, No. 6. P. 77...79.

5. Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. General theory of the dynamics of fibrous complexes in

the process of their interaction with the working bodies of baking powder // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, No. 6. P. 194...197.

6. Khosrovyan I.G. Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the movement of the fibrous complex on the splitter of the baking powder drum // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2013, No. 4. P. 85 ... 88.

7. Tuvin M.A., Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Tuvin A.A., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the process of movement of a fibrous mixture in a bunker feeder with a variable shaft cross-sectional area // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2015, No. 2. P. 83 ... 87.

8. Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Development of the theory of the leveling ability of a device for obtaining multilayer fibrous materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2013, No. 6. P. 79 ... 82.

9. Tuvin M.A., Khosrovyan I.G., Khosrovyan A.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of aerodynamic sorting of fibers in a device for obtaining multilayer nonwoven materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2015, No. 6. P. 71 ... 76.

10. Khosrovyan A.G., Tuvin M.A., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A., Tuvin A.A. Mathematical model of the movement of the fiber during its removal by an accelerating air flow from the headset of a rotating serrated drum // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2017, No. 2. P. 185...188.

11. Khosrovyan A.G., Khosrovyan I.G., Khosrovyan G.A. The movement of fibrous complexes in the process of their aerodynamic removal in the distribution chamber // International Scientific Research Journal. -2021. Part 1, No. 3 (105). P. 84...88.

12. Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Mathematical modeling of the process of cleaning fibrous materials in a baking powder-cleaner // International Scientific Research Journal. -2021. Part 1, No. 4 (106). P. 86...92.

13. Khosrovyan A.G., Khosrovyan I.G., Khosrovyan G.A. Innovative developments in the field of technology and equipment for the production of composite fibrous materials // Scientific journal "GLOBUS" Technical sciences. – 2021. Volume 7, No. 1 (37). P.35...39.

Рекомендована кафедрой мехатроники и радиоэлектоники. Поступила 08.10.21.