

В. В. Блажко
А. І. Аніщенко
О. О. Куласько
А.В. Рябушко

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ФІБРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В РОБОЧОМУ ПРОСТОРІ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Анотація

У роботі розглянуто динаміку процесу осадження частинок фібрових елементів з поліпропілену на внутрішній поверхні перфорованого циліндра установки запропонованої конструкції. Такий процес є характерним для виробництва циліндричних полімерних виробів армованої структури. Метою дослідження є побудова математичної моделі руху фібрових частинок у повітряному потоці з наступним утворенням ущільненого шару, що слугує армувальним елементом майбутнього виробу.

Ключові слова: фібра, осадження, перфорований циліндр, повітряний потік, математичне моделювання, армування, полімерні вироби

Виробництво полімерних виробів, зокрема на основі поліпропілену, є однією з технологій, що стрімко розвиваються у багатьох галузях включаючи машинобудівну. Для підвищення механічної міцності, зносостійкості та довговічності таких виробів активно впроваджуються методи фібрового армування, зокрема за допомогою пропіленових волокон.

Забезпечення рівномірного осадження фібри на внутрішню або зовнішню поверхню форми за допомогою аеродинамічного або відцентрового перенесення є технічно складним процесом, який потребує точного контролю умов формування. У зв'язку з цим актуальним є створення математичних моделей, що описують динаміку осадження фібрових частинок у потоці повітря в умовах дії елементів робочого органу, що сприяють утворенню складного багатоконтурного руху повітряного потоку характерного для установки, конструкція якої є частиною даного дослідження.

Конструкція установки, що представлено на рисунку 1, передбачає наявність ротора з лопатями, який обертається з певною швидкістю та створює високо інтенсивний внутрішній повітряний потік турбулентного характеру. Частинки фібри, які подаються до камери установки, захоплюються потоком повітря і переміщуються спочатку в осьовому напрямку до робочої зони установки, а потім поступово переходять в обертальний рух за рахунок дії відцентрових сил та спрямовуються до стінки циліндру на поверхні якої є отвори. Після осадження фібри на поверхні циліндра відбувається їх часткове ущільнення.

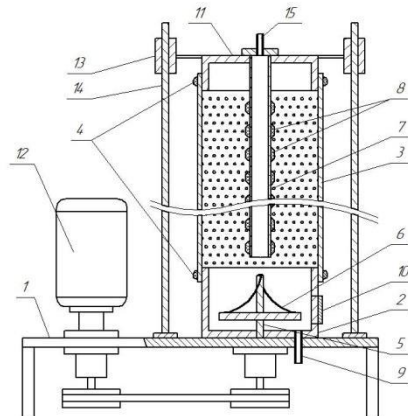


Рисунок 1 – Установка формування фібро-полімерних труб

Циліндр – перфорована оболонка яка виконує функцію фільтруючого елемента, через який відводиться повітря, що забезпечує формування щільного та рівномірного армувального шару. Геометрія лопатей ротора, швидкість його обертання, а також характеристики повітряного потоку відіграють ключову роль у забезпеченні керованості процесу.

Запропонована модель враховує вплив тангенціального, осевого та радіального компонентів швидкості потоку повітря, сили опору фібри з урахуванням її геометрії, обертання ротора з лопатями, що створюють направлений турбулентний рух, міжчастинкової взаємодії у вигляді ефективного коефіцієнта дифузії.

Математична модель базується на рівняннях механіки руху частинок у газовому середовищі, а також на аналітичному описі розподілу швидкості у турбулентному потоці. Особливу увагу приділено визначенню граничної швидкості осадження фібрових елементів залежно від конструктивних параметрів установки та властивостей середовища.

Результатом розробки моделі є можливість розрахувати зони найінтенсивнішого осадження фібрових частинок, прогнозувати густину та однорідність формованого шару, оптимізувати конструктивні параметри установки (діаметр ротора, частоту обертання, кут нахилу лопатей, щільність перфорації), задати режими, за яких забезпечується формування рівномірного армувального шару без втрат фібри в повітряному потоці.

Володимир Володимирович Блажко, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри, доцент кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків. Blazhko.vladimir@kname.edu.ua

Анна Ігорівна Аніщенко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків. Anna.Anishchenko@kname.edu.ua

Кулаєнко Олег Олександрович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків. Oleh.Kulaienko@kname.edu.ua

Рябушко Андрій Валерійович, старший викладач кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків. Andrii.Riabushko@kname.edu.ua

MODELING THE BEHAVIOR OF FIBROUS ELEMENTS IN THE WORKING SPACE OF A FORMING UNIT

Abstract

The study considers the dynamics of polypropylene fiber particle deposition on the inner surface of a perforated cylinder within a custom-designed forming unit. This process is typical for the production of cylindrical polymer products with a reinforced structure. The aim of the research is to develop a mathematical model of fiber particle motion in an air stream, which leads to the formation of a compacted layer that acts as a reinforcing element in the final product.

Keywords: fiber, deposition, perforated cylinder, air flow, mathematical modeling, reinforcement, polymer products

Vladimir Blazko, PhD, Associate Professor, Head of Department, Associate Professor, Department of Automation of Computer-Integrated Technologies i O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv. Blazhko.vladimir@kname.edu.ua

Anna Anishchenko, PhD, Associate Professor, Associate Professor, Department of Automation of Computer-Integrated Technologies O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv. Anna.Anishchenko@kname.edu.ua

Kulaienko Oleh Oleksandrovych, PhD, Associate Professor, Associate Professor, Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Kharkiv National University of Urban Economy named after O. M. Beketov, Kharkiv, Ukraine Oleh.Kulaienko@kname.edu.ua

Riabushko Andrii Valeriiovych, Senior Lecturer of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Kharkiv National University of Urban Economy named after O. M. Beketov, Kharkiv, Ukraine Andrii.Riabushko@kname.edu.ua