

8. Хосровян, И.Г. Математическое моделирование движения волокнистого комплекса на колке барабана разрыхлителя / И.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. - № 4. - С. 85-88.
9. Хосровян, И.Г. Результаты математического моделирования процесса столкновения волокнистого комплекса с колком разрыхлителя-очистителя/ И.Г. Хосровян, М.А. Тувин, Г.А. Хосровян, А.А. Тувин, В.И. Роньжин// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №6. С. 136-140.
10. Хосровян, А.Г. Математическая модель для расчета линейной плотности настила на выходе из дозатора-смесителя/ А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян, Р.М. Алоян, А.П. Башков// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С. 131-135.

УДК 677.017.63

ЧИСЛЕННОЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ В МАТРИЦЕ КОМПОЗИТА

NUMERICAL 3D-MODELING OF THE FILLER MOVEMENT IN THE COMPOSITE MATRIX

С.В. Ершов, О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин
S.V. Ershov, O.V. Blinov, V.B. Kuznetsov, E.N. Kalinin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: kuznetsovtex@gmail.com

Рассмотрены вопросы движения жидкого наполнителя через структуру условной тканой матрицы различной архитектуры при создании композитных материалов. Получены зависимости скорости движения и давления наполнителя от плотности нитей в матрице. Предложено использовать программный продукт SolidWorks для численного 3D-моделирования процессов распределения наполнителя в тканой матрице.

Ключевые слова: композитные материалы, тканая матрица, наполнитель, численное 3D-моделирование, программный продукт SolidWorks.

The problems of the motion of the liquid filler through the structure of a conventional woven matrix of various architectures for creating composite materials are considered. Dependences of the velocity of motion and pressure of the filler on the density of filaments in the matrix are obtained. It is proposed to use the software product SolidWorks for numerical 3D modeling of processes of filler distribution in a woven matrix. **Keywords:** composite materials, woven matrix, filler, numerical 3D modeling, software product SolidWorks.

Современные отрасли промышленности, такие как автомобилестроение, кораблестроение, авиационная и космическая, мостостроение и многие другие уже невозможно представить без использования композитных материалов. Они обладают незаменимыми качествами – легкостью и прочностью, устойчивостью к высоким и низким температурам, воздействию агрессивных сред, высокими триботехническими свойствами, что дает им неоспоримое преимущество перед традиционно используемыми металлическими конструкциями или различными сплавами.

Армирующей основой в таких материалах, как правило, является тканая матрица из природных синтетических волокон или их смесей, а также стекло- и углеродных нитей или минеральных волокон. Кроме того, используются также и нетканые материалы.

Одним из условий обеспечения качества подобных материалов является равномерное распределение наполнителя в структуре матрицы, что частично отражено в работе [1].

С другой стороны, исследователи продолжают заниматься разработкой программного обеспечения, которое позволяло бы осуществлять компьютерное моделирование гидродинамических процессов распределения наполнителя в структуре матрицы [2].

При этом, принимая во внимание сложную структуру ткани, целесообразно учитывать различные пространственные факторы материала такие как форма поперечного сечения нитей, промежутки между ними и между слоями в случае их многослойности [3,4].

В настоящей работе сделана попытка использования программного продукта SolidWorks для численного 3D-моделирования процессов распределения наполнителя в зависимости от архитектуры тканой матрицы, скорости его проникновения в структуру материала и оказываемого давления.

В качестве объекта исследования была выбрана условная тканая матрица площадью $12 \times 12 \text{ мм}^2$, имеющая различное количество нитей основы и утка, что, в свою очередь, приводит к изменению площади промежутков между ними и, как следствие, оказывает существенное влияние на параметры движения наполнителя в ее структуре. Количество нитей основы и утка составляло 3, 4 и 5, а расстояние между ними 6, 4 и 3 мм, соответственно. Поперечное сечение нитей представляло собой круг диаметром 1 мм.

На рис.1 представлена модель расчета движения жидкости через структуру тканой матрицы. Аналогичные модели получены и для двух других вариантов условной тканой структуры. При моделировании процесса движения жидкости в текстильной матрице была задана начальная скорость ее движения 5 м/с и давление на выходе соответствующее нормальному давлению окружающей среды (110325 Па).

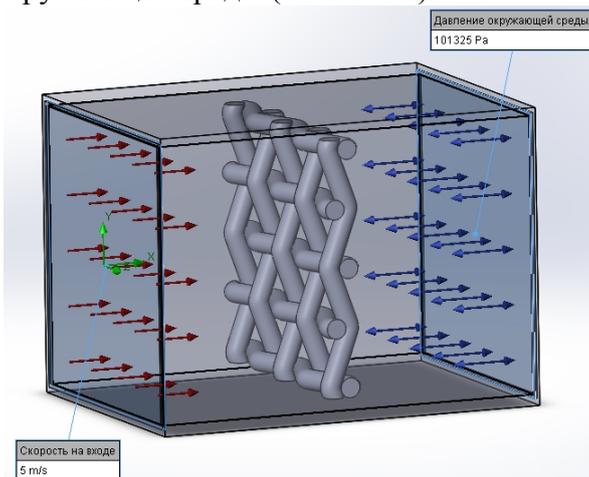


Рис.1. Модель расчета движения жидкости через структуру тканой матрицы

На рис.2 приведены цветные диаграммы для расчета изменения скорости потока и давления наполнителя в процессе его движения сквозь структуру матрицы. Кроме того, рисунок позволяет осуществить визуальную оценку возникающим местным сопротивлениям движению жидкости, обусловленным архитектурой тканой матрицы.

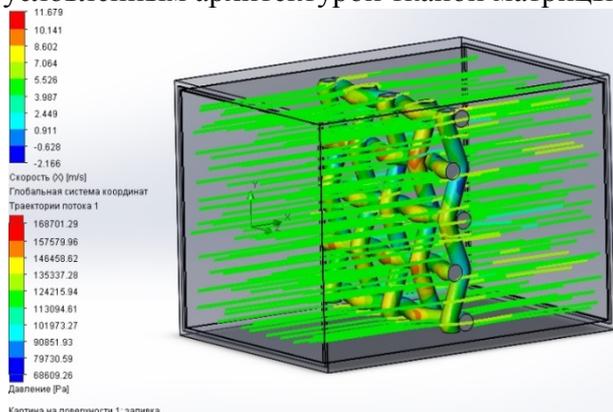


Рис.2. Результаты вычисления в программном комплексе SolidWorks

В результате выполнения численного 3D-моделирования получены зависимости изменения скорости потока (рис.3а) и давления наполнителя (рис.3б) при движении жидкости для всех трех вариантов тканой матрицы.

Представленные на рис.3а данные свидетельствуют о том, что скорость потока возрастает по мере его приближения к поверхности матрицы и достигает максимума при прохождении сквозь структуру образца, после чего наблюдается ее монотонное снижение.

Следует отметить, что увеличение количества нитей в основе и утке с 3-х до 4-х и, соответственно, уменьшения расстояния между ними с 5 до 4 мм практически не отражается на изменении скорости потока при прохождении его через тканую матрицу. В обоих случаях она составляет 8,5 м/с. В тоже время уменьшение количества нитей в основе и утке до 3 и увеличения расстояния между ними до 6 мм вызывает резкое падение скорости потока до 7.5 м/с, что примерно на 15% ниже, чем в первых двух случаях.

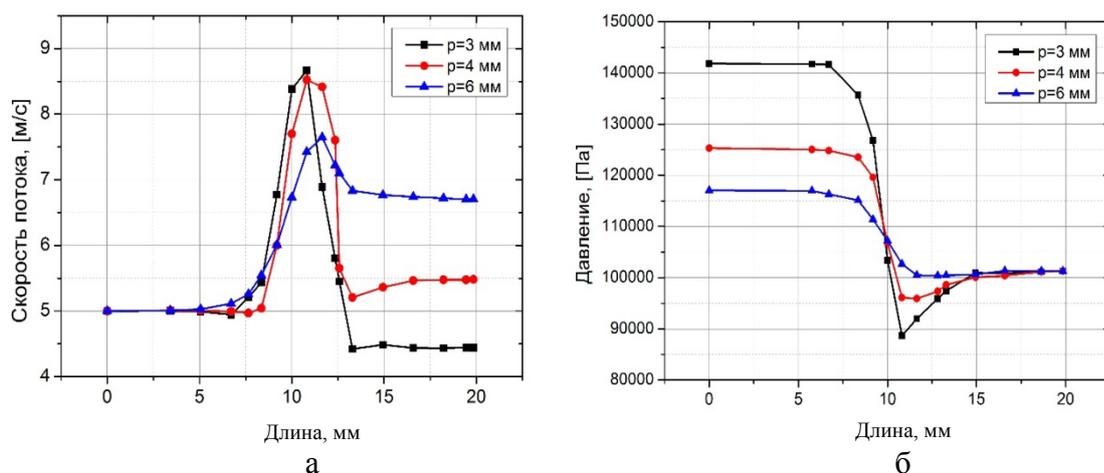


Рис.3. Изменение скорости потока и давления жидкости при движении ее в тканой матрице

Представленные на рис.3б данные по изменению давления потока наполнителя при движении через тканую матрицу демонстрируют явную конгруэнтность с результатами, представленными на рис.3а.

Однако, необходимо обратить внимание на то, что в данном случае прослеживается более ярко выраженное влияние такого параметра матрицы как расстояние между нитями.

Так наибольший перепад давления жидкости наблюдается при ее движении через образец, имеющий по 5 нитей в основе и утке и расстоянии между ними 3 мм и составляет 36%. При уменьшении количества нитей в матрице до 4-х и увеличении расстояния между ними до 4 мм перепад давления составляет 24%. И, наконец, для последнего варианта с 3 нитями в основе и утке он не превышает 13%.

Полученные результаты позволяют осуществлять качественную и количественную оценку влияния архитектуры ткани на параметры движения жидкости в ее структуре.

Таким образом, использование программного продукта SolidWorks может быть с успехом использовано для численного 3D-моделирования процессов распределения наполнителя в тканой матрице при создании композитных материалов различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Endruweit A., Zeng X., Matveev M., Long A.C. Effect of yarn cross-sectional shape on resin flow through inter-yarn gaps in textile reinforcements // Composites: Part A. – 2018, №104, P. 139 – 150.
2. Nazarboland M.A., Chen X., Hearle J.W.S., Lydon R., Moss M. Modelling and simulation of filtration through woven media // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2008, Vol. 20, Iss. 3, pp. 150 – 160.

3.Ершов С.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н. К вопросу о пропитке тканой матрицы наполнителем при создании композитных материалов // Молодые ученые — развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск — 2018). Сборник материалов. – 2018.

4.Суворов И.А., Ершов С.В., Кузнецов В.Б.Компьютерное моделирование как инструмент в создании композитных материалов // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС - 2018). Сборник материалов – 2018, Часть 1, С. 17 – 19.

УДК 678.023:66

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРУЮЩЕГО САМОСПАСАТЕЛЯ

FEATURES OF DESIGN OF THE STRUCTURE OF THE FILTERING SELF-RESCUER

О.В. Метелева, М.В. Сурикова, С.В. Леппяковская
O.V. Meteleva, M.V. Surikova, S.V. Leppyakovskaya

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo state polytechnical university
E-mail: olmet07@yandex.ru, surikovsm@mail.ru, leppya@mail.ru

Рассмотрена актуальность проектирования и совершенствования бытового фильтрующего самоспасателя. Выполнен анализ существующих систем крепления самоспасателей, выявлены основные недостатки, влияющие в целом на стабильность посадки, удобство пользования. Предложены элементы конструкции, обеспечивающие надежность посадки изделия, эффективность защиты самоспасателя.

Ключевые слова: самоспасатель, базовая конструкция, система крепления

Analytical estimate substantiations of the person parameters and a head for designing of the self-rescuer construction are received. The analysis of the existing systems of fastening of self-rescuers is made, the main shortcomings influencing in general stability of using, convenience of use are revealed. The design elements providing reliability of using of a product, efficiency of protection of the self-rescuer are offered.

Keywords: the self-rescuer, a base construction, system of fastening

Для защиты населения при пожаре и других чрезвычайных ситуаций разработаны десятки видов средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Человек не может планировать тип возможной чрезвычайной ситуации, поэтому в бытовой портативный самоспасатель должны быть заложены универсальные защитные свойства, обеспечивающие возможность его применения на пожаре, техногенной аварии, террористическом акте [1]. Некоторые существующие фильтрующие самоспасатели имеют небольшой вес (минимально 250-300 гр.), в карман или сумочку такой не положишь в силу его неудобных габаритов. Немаловажное значение имеет стоимость (самый дешевый от 2000 рублей). Защитные свойства СИЗОД не дают 100 % гарантии на спасение жизни людей до прибытия первой помощи (в течении 8-10 минут). Поэтому задача разработки мобильного бытового самоспасателя с приемлемым уровнем защитных свойств для населения является весьма актуальной.

В результате аналитических расчетов обоснованы размерные признаки лица и головы, необходимые для проектирования конструкции самоспасателя [2], минимальные параметры смотрового окна с учетом угла поля зрения по горизонтали [3]. Однако до сих пор остается открытым вопрос обеспечения плотности прилегания самоспасателя в области шеи и органов дыхания, а также стабильности посадки самоспасателя во время эксплуатации.

Целью настоящего исследования является разработка и исследование бытового компактного самоспасателя с улучшенными характеристиками надежности и эффективности защиты головы и органов дыхания человека за счет обеспечения стабильности посадки