

**ПРОПИТКА АРМИРУЮЩЕЙ ТКАНИ ВЯЗКИМ СОСТАВОМ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**IMPREGNATION OF REINFORCING FABRICS BY VISCOUS COMPOUND
USING THE TECHNOLOGY OF VIBRATION IMPACTS**

В.В. СЫС, Ю.Н. БАРДАЧЕВ
V.V. SYS, YU.N. BARDACHEV

(Херсонский национальный технический университет, Украина)
(Kherson national technical university, Ukraine)
E-mail: vasilysys@mail.ru

Рассмотрено совершенствование технологии пропитки армирующей ткани вязким составом в производстве композиционных материалов с целью уменьшения массы готового изделия за счет обеспечения минимально необходимого количества пропитывающего состава в структуре ткани. Выполнен краткий аналитический обзор существующих способов совершенствования процесса пропитки и сформирован на этой основе подход с применением вибрационного воздействия. Описаны результаты, полученные в ходе предварительного эксперимента, подтверждающие правильность выбранного направления исследований.

Considered improving of reinforcing fabric impregnation techniques by viscous composition in the manufacture of composite materials to reduce the weight of the finished product by providing the minimum required number of the impregnating composition in the fabric structure. Done a brief analytical review of existing ways to improve the impregnation process and formed the basis of this approach with the use of vibration exposure. The results obtained in the preliminary experiment, confirming the correctness of the chosen fields of research.

Ключевые слова: технология пропитки, структура ткани, межнитевое пространство, вибрационное воздействие.

Keywords: impregnation technology, fabric structure, interfibrillary space, vibrating exposure.

В настоящее время в мире происходит стремительное развитие технологии производства композиционных материалов. Особенно это заметно в таких динамично развивающихся областях, как ракетостроение и самолетостроение. Основой технологии производства композитов является пропитка армирующей ткани вязким составом с последующей его полимеризацией.

Несмотря на высокую степень отработанности технологического процесса интересы развития производства требуют дальнейшего совершенствования процесса

пропитки. В частности, актуальным является такой вариант реализации технологического процесса, который позволил бы в ходе пропитки добиться минимально необходимого количества пропитывающего состава в структуре ткани. Это позволило бы обеспечить уменьшение массы изделий из композиционных материалов, что особенно актуально в областях космонавтики и авиации.

Не менее актуальным является совершенствование процесса пропитки в практике отделки текстильных материалов,

особенно с высокой плотностью структуры, составами относительно большой вязкости.

В статье выполнен краткий аналитический обзор существующих способов совершенствования процесса пропитки и сформирован на этой основе подход с применением вибрационного воздействия. Описаны результаты, полученные в ходе предварительного эксперимента, подтверждающие правильность выбранного направления исследований.

Один из существующих вариантов пропитки армирующей ткани вязким составом основан на создании статического усилия сдавливания, приложенного к пакету, состоящему из слоя пропитываемого текстильного материала, слоя разделительной ткани и слоя пористого впитывающего материала с одновременным созданием разрежения в зоне пропитки [1]. Недостатком такой технологии является неполное удаление излишка вязкого состава из структуры армирующего текстильного материала, что приводит к неоправданному утяжелению детали, изготовленной из композиционного материала.

Это происходит по той причине, что при статическом усилии сдавливания, приложенном к пакету, процесс выдавливания излишка смолы из армирующей ткани в слой впитывающего материала происходит относительно медленно и может не успеть завершиться до начала полимеризации смолы. Кроме того, вязкость состава зависит от скорости его движения, которая в статических условиях минимальна, и поэтому вязкость имеет значение, близкое к максимально возможному для температуры, при которой осуществляют пропитку.

Целью данной работы является поиск таких условий пропитки ткани вязким составом, которые позволили бы повысить полноту удаления излишков вязкого состава из структуры пропитываемой армирующей ткани.

Совершенствование технологии пропитки текстильного материала сложно реализовать без физических методов интенсификации [2]. К ним, в частности, относят

принудительную фильтрацию раствора через толщу ткани, удаление воздуха из материала перед пропиткой, а также импульсные и акустические воздействия, механические вибрации и ультразвуковые колебания [3].

В импульсных методах обрабатываемый материал и технологическую среду подвергают кратковременным повторяющимся воздействиям порций энергии, получаемой от механических, пневматических, гидравлических, электрических и других источников [4]. Импульсные механические воздействия успешно применяют для интенсификации процессов жидкостной обработки, в частности, процесса крашения и промывки тканей и волокна в текстильной промышленности. Описание механизма положительного влияния этих видов воздействия на результаты жидкостной обработки, а также теоретическое обоснование и примеры практического использования данных видов воздействия содержатся, например, в работах [5...7].

Использование импульсных воздействий обеспечивает интенсификацию процессов переноса как на границе раздела фаз, так и в обрабатываемом материале. При обработке ткани внешний массообмен интенсифицируют благодаря турбулизации как пограничного слоя, так и ядра потока, ликвидации застойных зон, особенно в участках контакта нитей утка и основы. Ускорение процессов массопереноса обусловлено также повышением градиента концентрации и ростом коэффициента массопроводности, фильтрацией жидкости сквозь обрабатываемый материал, а также резонансными явлениями при согласовании диапазона частот воздействия с собственными частотами материала и элементов его структуры [4].

Сведения о вибрационных и пульсационных методах интенсификации химико-технологических процессов в жидкофазных системах содержатся в работе [8]. Описанные в ней резонансные методы интенсификации процессов экстракции, которые позволяют многократно ускорить процесс и существенно повысить степень извлечения вещества, представляют инте-

рес и для разработки способа интенсификации пропитки при производстве композитов.

В пульсационных и вибрационных резонансных аппаратах основными интенсифицирующими факторами являются: высокие относительные скорости фаз; значительные ускорения, обусловленные колебаниями; существенные градиенты давлений и обусловленная ими кавитация; эффекты, порождаемые схлопыванием кавитационных пузырьков; для капиллярно-пористых тел – резонансный конвективный механизм пропитки и переноса вещества. Экспериментально подтвержден резонансный характер зависимости коэффициента массопередачи от частоты колебаний при растворении в горизонтальном пульсационном аппарате, который возрастает на порядок [8].

Некоторые другие сведения об интенсификации процессов пропитки, представляющие интерес для решения поставленных в работе задач, содержатся в источниках [9...11].

Общим для всех рассмотренных пульсационных и вибрационных аппаратов являются относительно большие затраты энергии. Это касается и аппаратов, работающих в резонансном режиме, хотя и в меньшей степени. Помимо этого области их применения не соответствуют области производства композиционных материалов. Однако в целом рассмотренные в указанных работах методы интенсификации технологических процессов представляют интерес как основа для разработки усовершенствованной технологии процесса пропитки текстильного материала вязким составом.

Если сравнить существующую технологию пропитки армирующей ткани вязким составом, в которой сжатие пакета слоев осуществляют в статическом режиме, с технологией вибрационного воздействия, то можно увидеть, что последняя выгодно отличается от первой наличием ускорения при сжатии пропитанного материала в соответствующие периоды воздействия, которые чередуются с периодами ослабления давления. Момент максималь-

ного сжатия пропитываемой ткани соответствует извлечению излишка состава из ее структуры и переходу в граничащий с ней слой пористого материала. В последующей фазе ослабления давления объем пористого материала возрастает, что способствует впитыванию состава, то есть возникает так называемый "эффект губки". При этом можно ожидать значительного ускорения и усиления процесса впитывания, а вследствие роста скорости движения состава – уменьшения его вязкости, что дополнительно активизирует процесс.

Для проверки изложенной выше гипотезы нами выполнена серия предварительных экспериментов. Результаты экспериментов показали, что масса вязкого состава в структуре ткани при вибрационном воздействии по сравнению со статическим изменяется в таких пределах, что оказалось возможным применить весовой метод в качестве критерия оценки степени заполнения вязким составом структуры ткани.

Перед началом каждого опыта подготавливали два образца арамидной ткани поверхностной плотностью 61 г/м^2 размером $0,3 \times 0,3 \text{ м}$, один из которых в дальнейшем подвергали статическому сжатию (контрольный), а второй – вибрационному воздействию. Каждый из образцов пропитывали вязким составом и укладывали на основание в виде плоской пластины, изготовленной из органического стекла. Поверх образцов укладывали слой разделительной и слой впитывающей ткани.

Контрольный пакет нагружали сверху равномерно распределенным по его поверхности усилием. Второй пакет подвергали вибрационному воздействию в вертикальном направлении, равномерно приложенному ко всей поверхности пакета, с частотой $0,8 \text{ Гц}$ в течение 10 минут. Оба образца подвергали обработке при одинаковых прочих условиях. Для расчета ошибки эксперимента каждый опыт повторяли пятикратно.

По окончании процесса полимеризации образцы подвергали взвешиванию на специальных электронных весах с дис-

клетчатостью отсчета 0,001 г и наибольшим пределом взвешивания 50 г. Результаты взвешивания образцов пропитанной

армирующей ткани представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер опыта	Масса, г	
	вибрационное воздействие при 0,8 Гц	статическое воздействие (контрольный образец)
1	19,454	20,290
2	19,902	20,235
3	19,927	20,283
4	19,704	20,691
5	19,325	20,670
Среднее значение	19,662	20,434
Средне-квадратическое отклонение	0,239	0,202
Ошибка опыта	0,210	0,177

Из табл. 1 видно, что вибрационное воздействие на процесс пропитки обеспечивает уменьшение массы образца по сравнению со статическим режимом обработки. Так, на частоте 0,8 Гц среднее значение массы образца составило 19,662 г, в то время как для контрольного образца – 20,434 г. Ошибка опыта при этом не превысила 0,210 г.

Полученный результат можно объяснить интенсификацией переноса пропитывающего состава во впитывающий слой в условиях вибрационного воздействия. Это подтверждает правильность выбранного направления и позволяет сделать вывод о перспективности дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ

1. Испытана технология пропитки образцов арамидной ткани поверхностной плотности 61 г/м² вязким составом с использованием вибрационного воздействия частотой 0,8 Гц.

2. Установлено, что вибрационное воздействие позволяет уменьшить массу образцов по сравнению со статическим режимом обработки в среднем на 3,8%.

3. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований в направлении поиска оптимальных параметров вибрационного воздействия на процесс пропитки.

ЛИТЕРАТУРА

1. R&G Handbook Composite Materials, June 2009. – Режим доступа : [www/ URL: http://r-g.de](http://www.r-g.de).
2. *Альтер-Песоцкий Ф.Л.* Физические методы интенсификации процессов крашения и отделки текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1977.
3. *Сыс В.Б.* Развитие научных основ создания низко модульной технологии жидкостной обработки нитей в паковках: Дис. ... докт. техн. наук. – Херсон, 2008.
4. *Сажин Б.С., Альтер-Песоцкий Ф.Л. и др.* Процессы промывки тканей и методы их интенсификации. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
5. *Мельников Б.Н., Кириллова М.Н., Морыганов А.П.* Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
6. *Аксельруд Г.А., Альтшуллер М.А.* Введение в капиллярно-химическую технологию. – М.: Химия, 1983.
7. *Аксельруд Г.А.* Массообмен в системе твердое тело – жидкость. – Львов: Изд-во Львовского университета, 1970.
8. *Абиев Р.Ш.* Резонансная аппаратура для процессов в жидкофазных системах: Дис. ... докт. техн. наук. – С.-Пб, 2000.
9. *Варсановьев В.Д., Кольман-Иванов Э.Э.* Вибрационная техника в химической промышленности. – М.: Химия, 1985.
10. *Левич В.Г.* Физико-химическая гидродинамика. М.: Физматгиз, 1959.
11. *Островский Г.М., Иваненко А.Ю., Аксенова Е.Г.* О пропитке сквозных капилляров с помощью периодического изменения давления // Теоретические основы химической технологии. – 1995. Т.29, №6. С. 607...611.

Рекомендована кафедрой химических технологий и биохимического синтеза. Поступила 30.01.14.

