

МЕТОДИКА И СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

В.Д. Минаков, Р.Н. Голых, В.Н. Хмелев, Р.А. Лопатин, Д.В. Генне, В.А. Нестеров

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова», г. Бийск

В данной статье описана технологическая схема и описание стенда для экспериментальных исследований влияния ультразвуковых воздействий на сырьевые компоненты и прочностные свойства композиционного материала.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, экспериментальный стенд, повышение прочности.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день особенно возрастает необходимость определения оптимальных режимов и условий получения композитных материалов, не только при помощи модификаторов, но и воздействием внешних полей различной физической природы. Наиболее перспективным является применение ультразвукового воздействия на сырьевые компоненты композиционных материалов. Преимуществами ультразвукового воздействия считаются низкое энергопотребление, использование таких технологий на производстве, а также малая трудозатратность.

Перспективный способ увеличения поверхности взаимодействия связующего с наполнителем и диспергирования полимерных цепочек с одновременной гомогенизацией формируемой композиции – предварительное кавитационно-акустическое (ультразвуковое) воздействие на материал в неотверждённом состоянии [1, 2]. Согласно данному методу в неотверждённое связующее с замешанными частицами наполнителя вводятся мощные акустические или ультразвуковые (УЗ) колебания (частота 20...60 кГц) при помощи твёрдотельного излучателя. УЗ колебания создают в жидкости кавитационно-акустическое поле. Данный метод обеспечивает однородность структуры многокомпонентного материала за счёт перемешивающих акустических микропотоков (масштабами менее 100 мкм, не обеспечиваемыми механическими мешалками и роторно-импульсными аппаратами), равномерное распределение и уменьшенный размер армирующих частиц наполнителя. Всё это может, в частности, повысить прочностные свойства материала во всех направлениях деформации [3].

Для определения влияния режимов и условий ультразвукового воздействия на прочностные свойства материалов необходим специализированный экспериментальный стенд.

На сегодняшний день известно множество экспериментальных стендов и методик испытания изделий из полимерных композиционных материалов на

прочность, упругость, пластичность и т. д. Однако отсутствуют специализированные стенды для испытаний композиционных материалов, модифицированных ультразвуковым воздействием, поэтому разработана специализированная стенда для испытаний материалов, полученных с помощью ультразвукового кавитационного воздействия, является актуальной.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Разработанный с учётом необходимости ультразвукового воздействия с различными режимами и условиями стенд имеет модульную структуру. Модульная структура стенда представлена технологической схемой (рис. 3).

В состав стенда входят следующие функциональные блоки:

1. Устройство дозирования (УД).
2. Устройство перемешивания (УП).
3. Устройство кавитационного воздействия (УКВ).
4. Блок формования (БФ).
5. Блок испытания (БИ).

В устройство дозирования (УД) входят измерительная ёмкость и устройство взвешивания смеси. В ёмкость подаются связующее и армирующие вещества в требуемых пропорциях. Для обеспечения равномерного распределения армирующего наполнителя материала используется устройство перемешивания

Далее устройство кавитационного воздействия, состоящее из водяной охлаждающей рубашки для поддержания постоянной температуры процесса, ёмкости со смесью, ультразвукового устройства и поддерживающей платформы вводит колебания в смесь эпоксидной смолы с волластонитом, колебания создают кавитацию в жидкости, кавитация в свою очередь за счёт периодически возникающих ударных волн разрушает частицы до более мелких размеров [1,2,4]. Это приводит к разрушению молекулярных связей, обеспечивает однородность структуры многокомпонентного материала, равномерное распределе-

ние армирующих частиц и может повысить прочностные свойства материала во всех направлениях деформации [3]. Далее смесь поступает на блок формования, состоящий из форм для отлива образцов (рис. 1,2), подставок для форм, расположенных строго горизонтально, и нагревательных элементов для реализации горячего отверждения. Смесь после диспергирования смешивается с отвердителем и заливается в формы. После отверждения полученный образец извлекается из литейных форм и проверяется на прочность с помощью блока испытания – разрывной машины. Разрывная машина позволяет определить прочность полученного в ходе эксперимента образца.



Рис. 1 Форма для отливки композиционного материала



Рис. 2 Форма для отливки вместе с образцом из композиционного материала

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданный стенд позволил установить влияние режимов и условий ультразвукового воздействия на прочностные свойства композиционного материала.

Исследование выполнено при поддержке Гранта Президента РФ в рамках научного проекта № МК-2813.2018.8.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Магсумова А.Ф., Амирова Л.М., Ганиев М.М. Влияние ультразвуковой обработки на технологические свойства эпоксидно-го олигомера // Вестник КГТУ им. Туполева. 2005. №2.
2. Бондалетова Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.
3. Голых Р.Н., Хмелёв В.Н., Шакура В.А., Ильченко Е.В. Голых Р.Н., Хмелёв В.Н., Шакура В.А., Ильченко Е.В. Моделирование ультразвукового кавитационного разрушения макромолекул полимерных материалов // Ультразвук: проблемы, разработки, перспективы. Материалы международной научной конференции (г. Уфа, Россия, 25 - 29 сентября 2017 г.) / отв. ред. А. А. Назаров. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2017.-138 с
4. Хмелёв В.Н., Хмелёв С.С., Карзакова К.А., Голых Р.Н. Повышение эффективности ультразвукового воздействия при производстве высоконаполненных композиционных материалов // Южно-Сибирский научный вестник. 2012. № 2. С. 189-192.

Минаков Вячеслав Дмитриевич - студент группы ПС-71 Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: +7983355916, Электронная почта: slava2926@mail.ru

Голых Роман Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Методы и средства измерений и автоматизации Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: +79231629327, Электронная почта: grn@bti.secna.ru

Хмелев Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, заместитель директора по научной работе Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: (3854) 43-25-81, Электронная почта: vnh@bti.secna.ru

Лопатин Роман Алексеевич - студент группы ПС-71 Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: +73854432570, Электронная почта: Exsecrabilis01@yandex.ru

Генне Дмитрий Владимирович – ведущий инженер кафедры МСИА Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: +73854432570, Электронная почта: gdv@bti.secna.ru

Нестеров Виктор Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Методы и средства измерений и автоматизации Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: +73854432570, Электронная почта: grn@bti.secna.ru

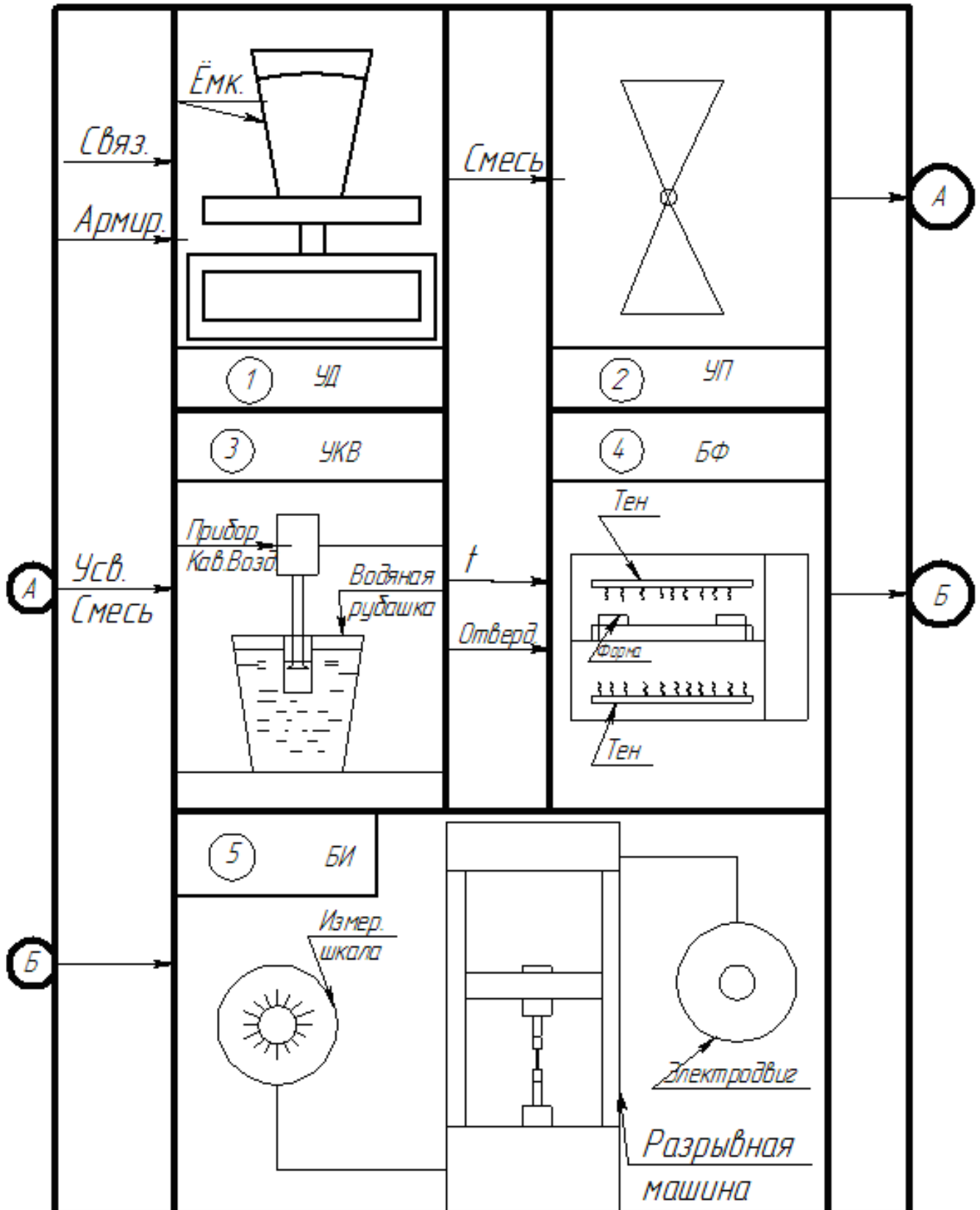


Рис. 3. Технологическая схема специализированного стенда для исследования прочностных свойств полимерных композиционных материалов, модифицированных ультразвуковым кавитационным воздействием на сырьевые компоненты

METHOD AND STAND FOR THE STUDY OF THE STRENGTH PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS MODIFIED BY ULTRASONIC ACTION

V.D. Minakov, R.N. Golykh, V.N. Khmelev, R.A. Lopatin, D.V. Genne, V.A. Nesterov

Biysk Technological Institute, Biysk

This article describes the technological scheme and description of the stand for experimental testing of ultrasonic effects on raw components and strength of composite material.

Index terms: polymer composite materials, experimental stand, strength increase

REFERENCES

1. Determination of Optimum Conditions of Ultrasonic Cavitation Treatment of High-viscous and Non-newtonian liquid media [Текст] / Khmelev V.N. [и др.] // EDM'2015: Conference Proceedings. – 2015. – P. 208-212.
2. Bondaletova L. I. Polymer compositional materials (part 1): study guide / L. I. Bondaletova, V. G. Bondaletov. - Tomsk: publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2013. - 118 p.
3. Modeling of ultrasonic cavitation destruction of macromolecules of polymeric materials/Golykh R.N [and others]/Ultrasound: problems, developments, prospects. Proceedings of the international scientific conference, Ufa: RITS Bashgu, 2017.-138 p.
4. Improving the efficiency of ultra-rozwojowego influences the production of highly filled composite materials/ Khmelev, V. N.[and others]// outh-Siberian scientific Bulletin. 2012. No. 2. P. 189-192.

Minakov Vyacheslav Dmitrievich is a student of PS-71 group of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", tel: +79833555916, Email: slava2926@mail.ru

Golykh Roman Nikolaevich - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Methods and means of measurement and automation" of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", tel: +79231629327, Email: grn@bti.secna.ru

Khmelev Vladimir Nikolaevich – doctor of technical sciences, Professor, Honored inventor of the Russian Federation, Deputy Director for scientific work of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", phone: (3854) 43-25-81, Email: vnh@bti.secna.ru

Lopatin Roman Alekseevich – student of PS-71 group of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", tel: +79635033826, Email: Exsecrabilis01@yandex.ru

Genne Dmitry Vladimirovich – leading engineer "Methods and means of measurement and automation" of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", tel: +73854432570, Email: nva@bti.secna.ru

Nesterov Viktor Alexandrovich - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Methods and means of measurement and automation" of Biysk Technological Institute (branch) of FSBEI HE "Altai State Technical University named after I. I. Polzunov", tel: +73854432570, Email: nva@bti.secna.ru