

# **УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ**

**Том 1, №12, 2017 год**

*Главный редактор журнала:*  
*кандидат технических наук,*  
*доцент*

**Клюев Сергей Васильевич**

**Международный научно-исследовательский журнал «Успехи современной науки» включен в Международную базу данных Agris и на основании приказа Минобрнауки РФ от 12.12.2016 N 1586 п. 5 является ВАКовским.**

**Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:**

Авдеенко Алексей Петрович (РФ, Ростовская обл.) – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Алюев Владимир Закиевич (РФ, г. Нальчик) – доктор химических наук, профессор  
Ахмедов Шикар Габуллаевич (Азербайджан, г. Баку) – доктор философии по аграрным наукам, старший научный сотрудник

Ata El Karim Shoiab Soliman (Египет, г. Александрия) – доктор философии (Ph. D.), профессор  
Баймишев Хамидулла Балтуханович (РФ, г. Самара) – доктор биологических наук, профессор

Баранов Юрий Николаевич (РФ, г. Орел) – доктор технических наук, профессор  
Гарькина Ирина Александровна (РФ, г. Пенза) – доктор технических наук, профессор  
Дулов Михаил Иванович (РФ, г. Самара) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Думачева Елена Владимировна (РФ, г. Белгород) – доктор биологических наук, доцент  
Eleyan Issa Jamal Issa (Иерусалим, г. Иордания) – доктор философии (Ph. D.), доцент  
Julia Shehovcova (ЮАР, г. Претория) – доктор философии (Ph. D.)

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич (Кыргызская Республика, Г. Ош) – доктор медицинских наук, доцент

Исайчев Виталий Александрович (РФ, г. Ульяновск) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Концевая Светлана Юрьевна (РФ, г. Москва) – доктор ветеринарных наук, профессор

Липатов Вячеслав Александрович (РФ, г. Курск) – доктор медицинских наук, профессор

Макарова Татьяна Львовна (РФ, г. Москва) – доктор искусствоведения, профессор, кандидат технических наук

Mahmoud Shakarnah (Иерусалим, г. Вифлеем) – доктор философии (Ph. D.)

Maxim Kovtun (ЮАР, г. Претория) – доктор философии (Ph. D.)

Носков Антон Валерьевич (РФ, г. Белгород) – доктор физико-математических наук, профессор

Пантюхин Андрей Валерьевич (РФ, г. Саратов) – доктор фармацевтических наук, доцент

Yamb Emmanuel (Камерун, г. Дуала) – доктор философии (Ph. D.), профессор

Ферзаули Али Нахчиевич (РФ, г. Грозный) – доктор медицинских наук, профессор



**eLIBRARY.RU**

Адрес редакции, издателя:  
308014,

г. Белгород, ул. Садовая, 28 - 4.

E-mail: zhurnalnauka2015@yandex.ru

Сайт: [modernsciencejournal.org](http://modernsciencejournal.org)

© Успехи современной науки, 2017

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

<b>Булатов Р.И.</b> ВТОРИЧНОЕ ВСКРЫТИЕ ПЛАСТА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЕРФОРАЦИЙ	6
<b>Константинова Т.И.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СБОС ГОРОДА ЯКУТСКА И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА	10
<b>Егерева Э.Н., Кшуманева Т.Ю.</b> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН В ДВУХСЛОЙНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОЙ ЖИДКОСТИ НА ПОРИСТОМ ОСНОВАНИИ	14
<b>Сырбаева Ш.Ж., Богенбаева Г.Д., Баймукашев Л.К., Гайнеденов Н.А., Салыкбаева Ж.К., Утешова С.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	18
<b>Шарупич С.В., Шарупич П.В., Шарупич В.П., Шарупич Т.С., Антохин А.Ю.</b> УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ И ГОРОДСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ СОЦИАЛЬНО- ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ	24
<b>Лугманов Р.Р., Исламгулова Д.Р., Петрова Л.В.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИЖЕНИЯ АНОМАЛЬНО-ВЯЗКИХ НЕФТЕЙ	33
<b>Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е., Хадыка И.В., Герасимович В.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ЧАСТОТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ В СРЕДЕ MICROCAP	36
<b>Мазуркевич М.В., Шиков А.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СУБД ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	40
<b>Шарупич С.В., Шарупич П.В., Шарупич В.П., Шарупич Т.С., Антохин А.Ю.</b> УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА КАК МЕХАНИЗМ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ	46
<b>Леонтьев Н.А., Неустроев Н.С.</b> АВТОНОМНЫЙ РЕТРАНСЛЯТОР НА ОСНОВЕ WI-FI РАДИОМОСТА	50
<b>Бабуцкий В.А., Сидоров И.Д.</b> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕКСТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИХ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	54
<b>Исаев И.А.</b> АКТУАЛЬНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О МАССЕ ДВИЖУЩИХСЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	60
<b>Чернова Т.Г., Головачёва Ю.Г., Кухто А.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 30ХГСА	64

<b>Шарафутдинов Э.М., Идрисова А.Т.</b> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАЗРАБОТКИ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕКОМЕНДУЕМОГО К УТВЕРЖДЕНИЮ ВАРИАНТА НА УРИЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ	72
<b>Шафизаде Дж.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН	77
<b>Трушкова Е.А., Бондарев З.З., Ладная Е.В.</b> РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА ПАО «КАМАЗ»	82
<b>Гусев Д.С.</b> ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ВНАХЛЕСТ ЛИСТОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ2М СО СТАЛЬЮ СТ3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА	88
<b>Горячев С.В., Дремов И.В., Лебедь О.Ю.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОБОГРЕВА ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ	95
<b>Горячев С.В., Бакчаева С.В., Макаров А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ДВОЙНЫМ ВЕТРОКОЛОСОМ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ	99
<b>Кротенок А.Ю., Семенова Ю.А., Михалин Е.С., Савельева А.Е.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МОЗАИКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	102
<b>Носова А.А.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФИКСАЦИИ, ИЗЪЯТИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАСЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	106
<b>Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е., Хадыка И.В., Герасимович В.А.</b> ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРНО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ	110
<b>Сандан Н.Т., Евтюков С.А., Монгуш С.Ч.</b> ВЛИЯНИЕ МОРАЛЬНОГО ИЗНОСА НА СРОКИ СЛУЖБЫ МАШИН	114
<b>Горячев С.В., Тимофеев В.И., Панявин М.В.</b> ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ VORTEX	119
<b>Сысоев С.Н., Стариков А.Н., Литвинов И.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ РЫЧАЖНЫХ КОРРЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПРИ СОПРЯЖЕНИИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	124
<b>Жданов А.В., Фадеев П.В.</b> ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ РОЛИКОВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ	129

<b>Ничкова Л.А., Замятина Е.А., Бирюк В.В., Анисимов М.Ю., Горшкалев А.А., Корнеев С.С.</b> ПРИЛОЖЕНИЕ РЯДОВ ФУРЬЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗОНЫ ЗАХВАТА ПРЯМОТОЧНОГО РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО АППАРАТА	134
<b>Сигора Г.А., Ничкова Л.А., Хоменко Т.Ю., Бирюк В.В., Шиманова А.Б., Урлапкин В.В.</b> ОБЗОР МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАССОЛОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК	140
<b>Климанова С.В., Привезенцев К.С., Жданов А.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ТОНКОСТЕННОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКЕ С ЧПУ	147
<b>Мухамадиев З.С.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БАКАЛАВРОВ – СПЕЦИАЛИСТОВ ПО АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ	151
<b>Ананенков А.Е., Канащенков А.И., Коновальцев А.В., Расторгуев В.В.</b> МОНИТОРИНГ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БАЗЕ БОРТОВОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА КУ-ДИАПАЗОНА	157
<b>Милешкин С.И., Москвичева А.В.</b> АНАЛИЗ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОСК О. ГОЛОДНЫЙ Г. ВОЛГОГРАДА	163
<b>Чистоходова А.А., Сидоров И.Д.</b> МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АТАК ТИПА «ОТКАЗ В ОБСЛУЖИВАНИИ»	169
<b>Бирюк В.В., Горшкалев А.А., Корнеев С.С., Урлапкин В.В.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ БЛОКА ПАРОКОМПРЕССОРА ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	176
<b>Палицын А.В., Зубакин А.С., Коротков А.Н., Кузнецов А.С., Яшенев Д.П.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ РАБОТУ БЫТОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА	180
<b>Селищев А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ОТ ЧАСТОТЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА КАТУШКЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ	187
<b>Батурин О.В., Благин Е.В., Горячкин Е.С., Попов Г.М., Новикова Ю.Д., Волков А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ЧИСЛА ОБОРОТОВ ПАРОКОМПРЕССОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧАЕМОГО ПАРА	193
<b>Евграфов В.А., Новиченко А.И., Подхвятилин И.М., Горностаев В.И., Анисимов А.В.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ	200
<b>Батурин О.В., Благин Е.В., Горячкин Е.С., Попов Г.М., Новикова Ю.Д., Волков А.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКООБОРОТИСТОГО РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПАРОКОМПРЕССОРА В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ NUMECA	204

*Сырбаева Ш.Ж., кандидат педагогических наук,  
Богенбаева Г.Д., магистрант,  
Баймукашев Л.К., старший преподаватель,  
Гайнеденов Н.А., старший преподаватель,  
Салыкбаева Ж.К., старший преподаватель,  
Утешова С.А., старший преподаватель,*

*Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Республика Казахстан*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Аннотация:** статья посвящена композиционным материалам (КМ), которые находят широкое применение во многих отраслях промышленности, особенно в авиакосмической, поскольку при минимальной массе конструкции и изделия из КМ имеют высокую прочность, не подвержены коррозии, более долговечны. Обеспечение высокого качества и надежности изделий из КМ невозможно без применения эффективных современных методов контроля. В статье рассматриваются основные физические методы контроля качества изделий производственно-технического назначения, выполненных из полимерных композиционных материалов. Рассмотрены достоинства и недостатки физических методов контроля качества, регистрируемые параметры изделий и области их применения.

**Ключевые слова:** композиты, органолептика, качество, изделие, дефекты, контроль, физическое состояние контролируемого изделия (диэлектрик, полупроводник, магнетик, парамагнетик и т.п.)

Композиционные материалы – это многокомпонентные материалы [1], состоящие из полимерной, металлической, углеродной, керамической или др. основы (матрицы), армированной наполнителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодисперсных частиц и др. По структуре наполнителя КМ подразделяют на волокнистые (армированные волокнами и нитевидными кристаллами), слоистые (армированы пленками, пластинками, слоистыми наполнителями), дисперсноармированные или дисперсноупрочненные (с наполнителем в виде тонкодисперсных частиц). Матрица в КМ обеспечивает монолитность материала, передачу и распределение напряжения в наполнителе, определяет тепло-, влаго-, огне- и химическую стойкость. По природе матричного материала различают полимерные, металлические, углеродные, керамические и др. композиты.

Постепенно полимерные композиционные материалы (ПКМ) превратились в продукт повсеместного использования. Изделия из ПКМ, ранее служившие исключительно в качестве стратегического продукта или продукта военного назначения, сегодня стали встречаться гораздо чаще и перешли в ранг наиболее востребованных. Композиционные материалы широко применяются в авиации, ракето-, автомобиле-, машиностроении, металлургии, в химической и нефтехимической промышленности, медицине, ядерной энергетике, для изготовления спортивного снаряжения [2]. В настоящее время технологии производства элементов и изделий из КМ развиваются опережающими темпами практически во всех промышленно развитых странах.

Интенсивное развитие строительной индустрии диктует использование высокотехнологичных композитных материалов при возведении сооружений разного рода назначения. Снижение веса конструкций и улучшение их механических и прочностных показателей: высокая коррозионная стойкость, жесткость, хорошие теплоизоляционные свойства – стали главенствующими факторами при выборе наиболее подходящего материала и оборудования для его обработки. Композитные материалы используются как для возведения внутренних, так и наружных конструкций. Они не изменяют прочностных характеристик изделий при колебаниях температуры, будь то открытые солнечные лучи, осадки или агрессивные химические среды. Изделия из ПКМ надёжны и долговечны. Особенность КМ состоит в том, что они не являются монолитным материалом в классическом смысле слова, как, например, металлы. КМ – это фактически конструкция, создаваемая в процессе изготовления изделия. Стоит проблема объективной оценки качества КМ, возможности применения различных физических методов для контроля их качества.

Задача обеспечения высокого качества, надёжности и конкурентоспособности изделий из композиционных материалов производственно-технического назначения, эксплуатируемых в жестких производственных условиях, не может быть успешно решена без применения эффективных современных методов контроля на всех стадиях производственного цикла и жизнедеятельности рассматриваемого вида технического продукта. При этом каждой стадии соответствуют свои ме-

тоды контроля, которые подразделяются по количественным, качественным и альтернативным признакам [3, 4].

К количественным методам контроля относят такие, которые позволяют регистрировать точные численные значения параметров, определяющих качество изделия и его соответствие заданным техническим параметрам.

Качественные методы позволяют отметить лишь категории и классы, к которым принадлежит контролируемое изделие. В случае, когда изделия подразделяются на годные или дефектные, осуществляют контроль по альтернативному признаку, являющегося частным случаем контроля по качественному признаку. Выбор того или иного метода контроля качества изделия из композитов определяется следующими факторами:

- физическим состоянием контролируемого изделия (диэлектрик, полупроводник, магнетик, парамагнетик и т.п.);
- видом структуры контролируемого изделия (монокристаллическая, поликристаллическая, крупноструктурная неоднородная, изотропная, анизотропная и т.п.);
- способностью взаимодействовать с проходящим излучением (слабое или сильное поглощение, слабое или сильное рассеивание и т.д.);
- методологией контроля (условия проведения операций контроля);
- размером, конфигурацией и конструктивными особенностями объекта контроля (мало-, средне-, крупногабаритный, простой или сложной формы, одно- или многослойный и т.д.);
- видом решаемой задачи (дефектоскопия, толщинометрия, диагностика прочности, контроль напряжённо-деформированного состояния, контроль содержания компонентов и др.).

По сравнению с другими методами контроля органолептический и измерительный контроль (ОИК) легко применим и относительно недорог, так как проводится с использованием простейших измерительных средств [5]. Вместе с тем ОИК – является надёжным источником максимально точной информации о соответствии (или не соответствии) детали требованиям рабочей конструкторско-технологической документации. Для малых производственных предприятий данный вид контроля зачастую является единственно осуществимым при изготовлении изделий общепромышленного назначения.

Рассматриваемый вид контроля проводится в следующих случаях:

- на стадии входного контроля основных материалов для изготовления композитной детали (изделия) с целью подтверждения их соответствия требованиям стандартов, технических условий,

рабочей конструкторской документации и Правил органов Государственного надзора.

- перед началом технологической операции, например, перед сборкой соединения, с целью подтверждения соответствия качества подготовки соединяемых поверхностей требованиям рабочих чертежей, технологии изготовления, требованиям нормативно-технической документации и Правил;

- ОИК качества изготовленных деталей или сборки соединения деталей выполняется для подтверждения соответствия детали (сборки) требованиям рабочих чертежей, производственно-технологической документации (ПТД) и Правил;

- для проверки качества исправления дефектов в деталях или соединениях, с целью подтверждения полноты удаления дефекта, формы и размеров выборки дефектного участка;

- при техническом диагностировании, с целью выявления изменения формы композитной детали (изделия), а также поверхностных дефектов на детали или в соединении, образовавшихся в процессе эксплуатации (трещины всех видов и направлений, коррозионный и эрозионный износ поверхностей, деформация изделия и пр.).

Органолептический контроль, как правило, выполняется невооружённым глазом или с помощью оптических приборов (луп, микроскопов, эндоскопов, биноклей, зеркал и т.п.). Увеличение лупы должно быть 4–7-кратным при контроле новых деталей (изделий), монтаже и ремонте, и до 20-кратного при техническом диагностировании. ОИК должен выполняться до проведения контроля изделия другими методами неразрушающего или разрушающего контроля. Все измерения должны проводиться после визуального контроля или параллельно с ним. Разрушающий метод контроля изделий из композиционных материалов позволяет определить объективные абсолютные параметры материалов и изделий. Такой важный параметр изделия, как прочность, наиболее объективно определяется путём его разрушения с соблюдением режимов нагружения, вида нагрузки и обеспечения условий окружающей среды (температура, влажность). Данный вид контроля интересен при проведении научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на стадии выбора материала изделия и прогнозирования его эксплуатационных свойств. Как правило, разрушающие методы контроля проводятся не на самом изделии, а на образцах-свидетелях, изготовленных из тех же композиционных материалов, что и само изделие, в едином технологическом режиме, при схожих рабочих условиях. Данный факт способствует тому, что всё-таки есть расхождения в структуре изделия и его образца, и проведённый контроль об-

разца не абсолютно идентичен изделию и носит косвенный характер.

Иногда образцы-свидетели заданной формы изготавливают из облоя, удаляемого при обработке композитной детали. Разрушающий инструментальный контроль (РИК) проводят на стадии изготовления изделия в лабораторных условиях и привлечением сложного и дорогостоящего лабораторного и аналитического оборудования. РИК в качестве инструмента дефектоскопии в промышленном секторе экономики применяется редко, главным образом при оценке остаточного срока службы изделия, либо после аварий – для определения её причин.

Основными недостатками разрушающих методов контроля являются следующие:

- не выполняют всех требований, предъявляемых к контролю, так как для их выполнения пришлось бы разрушить все изделия;
- не позволяют выявить изменение свойств изделия при воздействии на него эксплуатационных нагрузок (температуры, давления, химического воздействия и пр.);
- не обеспечивают непрерывности измерений при контроле кинетики и динамики технологических процессов изготовления изделий;
- не позволяют определить реальную характеристику свойств композита в изделии на различных его участках без нарушения его целостности (вырезки образцов);
- не позволяют выявить внутренние дефекты в изделии без его разрезки [2, с. 10]. Значительные успехи в создании новых композиционных материалов и изделий на их основе для различных отраслей промышленности, а также возрастающие требования к надёжности и долговечности работы в опасных производственных условиях различных машин и механизмов, привели к существенному повышению уровня и качества испытания материалов, с целью обоснованного прогнозирования их поведения в экстремальных условиях эксплуатации.

Традиционные лаборатории по проведению испытаний композитов разрушающими методами в недалёком прошлом основывались на подходах и стандартах, ранее разработанных для металлов и подобных им материалов.

Полученные таким образом данные вполне пригодны для сравнения одного материала с аналогами, но выявленные различия не отражали влияние структурных факторов, присущих полимерам, например, таких, как анизотропия свойств или гетерогенное строение, играющих важную роль при применении изделий из композитов на практике. По мере того как возрастала сложность композитных изделий и условия их эксплуатации

В опасной производственной среде, увеличивалась необходимость в разработке строго обоснованных методов контроля и соответствующей испытательной техники. Современное испытательное оборудование полностью автоматизировано, и способно создавать высокоточные базы данных, отражающие влияние переменных внешних факторов и внутренней структуры полимера.

В современных испытательных машинах используется компьютеризированный метод сбора информации, а применение программного обеспечения на базе Windows позволяет выполнять практически все инженерные расчёты, а также дополнительные функции типа расчёта энергии разрушения. Важным усовершенствованием современных универсальных испытательных машин является применение двухосных экстензиометров (датчики относительной деформации), которые позволяют измерять не только продольную, но и поперечную деформацию, что, в свою очередь, позволяет надёжно определять коэффициент Пуассона.

Неразрушающий инструментальный контроль (НИК) относится к косвенным методам контроля, то есть не позволяет производить точный численный отсчёт таких параметров композита как прочность и структура [6]. Важнейшими задачами НИК являются анализ физических основ взаимодействия используемых излучений (ультразвука, радиоволн, магнитных и электрических полей и др.) с контролируемой средой, и разработка методик контроля конкретных параметров технологических процессов и готовых изделий при их изготовлении, эксплуатации и ремонте. В результате анализа и оценки применимости существующих методов неразрушающего инструментального контроля установлено, что наиболее эффективными, применительно к рассматриваемому предмету деятельности – изделиям из композиционных материалов, являются:

- низкочастотный ультразвуковой импульсный;
- радиационный;
- инфракрасный оптический;
- теплотемпературный;
- электрический.

Перечисленные выше методы контроля можно использовать как индивидуально, так и в комплексе. Наиболее функциональным комплексом НИК может быть совокупность низкочастотного ультразвукового и радиоволнового или электрического методов контроля. С повышением требований к достоверности и качеству контроля, число методов в комплексе может возрастать, в этом случае оптимальным будет совокупность низкочастотного ультразвукового, радиоволнового и теплотемпературного методов. Рекомендованные методы



НИК позволяют определять следующие физические характеристики:

- скорость и затухание упругих волн (продольных, сдвиговых, изгибных, поверхностных, резонансных и пр.);
- коэффициенты прохождения, отражения и преломления данных упругих волн;
- угол поворота плоскости поляризации сдвиговых волн;
- электропроводность;
- диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь; коэффициенты затухания, прохождения, отражения и преломления электромагнитных волн инфракрасного диапазона;
- коэффициенты тепло- и температуропроводности и др.

Таким образом, при комплексном контроле изделий из композитов различными неразрушающими методами, решаются следующие задачи:

- определяется оптимальный комплекс физических параметров композита, по которому оценивается прочность как самого композита, так и сборных клеевых или формовых конструкций, а также других физико-механических свойств композита и изделий из него;
- разрабатывается и осуществляется комплекс методов и средств контроля различных дефектов структуры и соединений как в процессе производства, так и оперативная дефектоскопия при эксплуатации;
- даётся интегральная оценка работоспособности изделия по совокупному комплексу параметров, определённых НИК.

Определение указанных характеристик в процессе изготовления деталей и изделий из композиционных материалов производственно-технического назначения позволит своевременно определить и устранить причины, вызывающие нарушение структуры, дефектов и изменчивость свойств материала композита и мест соединения (сборки), а дефектоскопия, в период эксплуатации изделия методами неразрушающего контроля, позволит своевременно обнаружить слабые места конструкции, оценить степень опасности для изделия выявленного дефекта и предпринять меры для оперативного устранения дефектных мест и, тем самым, предотвратить аварии и техногенные катастрофы.

Наиболее важными характеристиками технических средств различных методов контроля являются: чувствительность и разрешающая способность, достоверность результатов измерений, надёжность аппаратуры, требования по технике безопасности и к квалификации специалистов по проведению контроля.

Чувствительность метода определяется наименьшими размерами выявляемых дефектов:

- у поверхностных дефектов – шириной раскрытия у выхода на поверхность, протяжённостью вглубь материала и на поверхности изделия;
- у глубинных дефектов – размерами дефекта с указанием глубины залегания.

Разрушающая способность дефектоскопа определяется наименьшим расстоянием между соседними минимальными дефектами, для которых возможна их отдельная идентификация. Измеряется она в единицах длины или числом линий на 1 мм, и предусматривается в технических требованиях на оптические и радиационные дефектоскопы, а для ультразвуковых и токовых дефектоскопов может оговариваться при необходимости. Достоверность результатов контроля определяется вероятностью пропуска деталей с явными дефектами или необоснованной браковкой годных деталей.

Требования по технике безопасности при применении различных методов неразрушающего контроля значительно различаются и носят индивидуальный характер. Например, магнитный, ультразвуковой, акустический и токовых дефектоскопов – не требуют специальных мер защиты. При капиллярном контроле необходимо предпринимать меры защиты от жидкости, паров и органических растворителей, а при радиационном методе контроля необходима защита от ионизирующих излучений и вредных для организма – озона и оксидов азота. Для выбора метода или комплекса методов неразрушающего контроля должны быть определены виды дефектов, подлежащих выявлению и оценке, зоны контроля, а также должны быть определены критерии на отбраковку. По этим данным определяют возможные методы, позволяющие с заданной достоверностью решить поставленные задачи, а также средства контроля. При равной чувствительности предпочтение отдаётся тому методу и средствам контроля, которые проще и доступнее в конкретных условиях, у которых выше достоверность результатов контроля и производительность.

Статистические методы оценки качества изделий из композиционных материалов являются относительно новым инструментом контроля, основанные на оценке свойств изделия на различных стадиях технологического процесса в целом, а не каждого конкретного изделия.

При статистическом контроле считается, что чем более тщательно контролируется технологический процесс производства изделий из композиционных материалов, тем менее вероятен факт появления брака и рекламаций от потребителей выпускаемой продукции. Целью статистического

контроля параметров технологического процесса (SPC – statistic alprocess control) является отслеживание технологического режима изготовления, и если процесс становится неуправляемым – подать сигнал. Априори считается, что процесс, находящийся под контролем, обеспечивает получение качественного изделия в требуемых допусках и, в данном случае, не требует оперативного вмешательства. Если же процесс изготовления выходит из-под контроля, качество изделия под угрозой и необходимо предпринимать меры для стабилизации технологического процесса.

Если же процесс производства устойчив, но качество изделий не удовлетворяет предъявляемым требованиям, то необходимо:

- усовершенствовать сам процесс изготовления;
- изменить процесс, чтобы он стал более устойчивым;
- скорректировать предъявляемые к изделию требования.

В случае, когда процесс изготовления выходит из-под контроля, необходимо исследовать причины и условия, при которых это произошло, и предпринять меры к стабилизации процесса и получения изделия требуемого качества. Метод контроля качества SPC показывает, что-либо нужно что-то предпринимать в технологии получения изделия заданного качества, либо всё в порядке и делать ничего не нужно. Разработаны два подхода к статистической оценке качества изделия: по первому варианту создаются «карты контроля переменных параметров», в которых отражаются стадии технологического процесса и фиксируются все контролируемые текущие и конечные свойства изделий. По второму варианту – оцениваются те или иные конкретные характеристики изготавливаемого изделия, с целью определения того, годится он для дальнейшего использования или нет. Еще некоторые авторы предлагают дополнить поименованные выше статистические методы оценки качества композитного изделия общепромышленного назначения блоком анализа экономической информации, включающим следующие параметры:

- статистика причин отказов изделия в процессе эксплуатации у потребителя продукции;
- данные периодических технических осмотров (ТО) эксплуатирующего предприятия;
- отзывы потребителя;
- динамика объемов реализации продукции.

Аргументация данного предложения заключается в следующем:

1. Жизненный цикл изделия, за который, в том числе, несёт ответственность его изготовитель, включает гарантийный срок обслуживания, в течение которого изделие должно отвечать заданным критериям качества. Изделие должно быть не только технически совершенным, но и быть безопасным и удобным в эксплуатации, обслуживании и ремонте.

2. Целью производства конкретного вида изделия является не только получение качественного изделия, но и придание ему определённого набора потребительских свойств, которые включают в себя операции по хранению, упаковке, транспортировке, шефмонтажу и вводу в эксплуатацию изделий производственно-технического назначения. Изготовленное изделие должно удовлетворять требованиям и правилам, принятым на данном этапе жизненного цикла.

3. Дефекты изделия, не выявленные в процессе изготовления, могут проявить себя при гарантийной эксплуатации.

4. Косвенным показателем качества изделия могут служить объёмы его реализации (спрос), включающий такой важный экономический параметр, как соответствие изделия критерию «цена – качество».

Обеспечение высокого качества и надежности изделий из КМ невозможно без применения эффективных современных методов контроля на всех стадиях производственного цикла: проектирования (разработка), изготовления, эксплуатации. При этом каждой стадии соответствуют свои методы контроля, и все методы контроля качества имеют, как и достоинства, так и недостатки. На стадии как изготовления (обработки, исследования), так и эксплуатации изделий применяются неразрушающие физические методы контроля, а для определения количественных характеристик показателей качества (прочность, пластичность, твердость) используются методы разрушающего контроля.

Следует отметить, что наибольший эффект от неразрушающих методов контроля достигается при применении его в мелко- и среднесерийном производстве крупногабаритных изделий, когда возможен сплошной контроль качества. В крупносерийном производстве более эффективны статистические методы выборочного контроля

### Литература

1. Троицкий В.А., Карманов М.Н., Троицкая Н.В. Неразрушающий контроль качества композиционных материалов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2014. С. 29 – 33
2. Воробей В.В., Маркин В.Б. Контроль качества изготовления и технология ремонта композитных конструкций. Новосибирск: Наука, 2006. 190 с.
3. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения: пер. с англ. СПб.: НОТ, 2009 г. 732 с.
4. Потапов А.И. Контроль качества и прогнозирование надежности конструкций из композиционных материалов. Л.: Машиностроение. 1988 г. 261 с.
5. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2005 г. 12 с.
6. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному измерительному контролю. М.: ФГУП НТЦ «Промбезопасность». 2006 г. 101 с.

### References

1. Troickij V.A., Karmanov M.N., Troickaja N.V. Nerazrushajushhij kontrol' kachestva kompozicionnyh materialov // Tehnicheskaja diagnostika i nerazrushajushhij kontrol'. 2014. S. 29 – 33
2. Vorobej V.V., Markin V.B. Kontrol' kachestva izgotovlenija i tehnologija remonta kompozitnyh konstrukcij. Novosibirsk: Nauka, 2006. 190 s.
3. Shah V. Spravochnoe rukovodstvo po ispytaniyam plastmass i analizu prichin ih razrushenija: per. s angl. SPb.: NOT, 2009 g. 732 s.
4. Potapov A.I. Kontrol' kachestva i prognozirovanie nadezhnosti konstrukcij iz kompozicionnyh materialov. L.: Mashinostroenie. 1988 g. 261 s.
5. GOST 18353-79. Kontrol' nerazrushajushhij. Klassifikacija vidov i metodov. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2005 g. 12 s.
6. RD 03-606-03. Instrukcija po vizual'nomu izmeritel'nomu kontrolju. M.: FGUP NTC «Prombezopasnost'». 2006 g. 101 s.

*Syrbaeva Sh.Zh., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.),  
Bogenbaeva G.D., Master Student,  
Baymukashev L.K., Senior Lecturer,  
Gaynedenov N.A., Senior Lecturer,  
Salykbaeva Zh.K., Senior Lecturer,  
Uteshova S.A., Senior Lecturer,  
Atyrau State University named after Kh. Dosmukhamedov,  
Kazakhstan*

### PECULIARITIES OF PHYSICAL METHODS APPLICATION OF QUALITY CONTROL OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS

**Abstract:** the article is devoted to composite materials (CM), which are widely used in many industries, especially aerospace, since with a minimum mass of structures and products from CM have high strength, are not subject to corrosion, more durable. Ensuring the high quality and reliability of products from the CM is impossible without the use of effective modern methods of control. The article considers the main physical methods of quality control of products for industrial and technical purposes, made of polymer composite materials. The advantages and disadvantages of physical methods of quality control, registered parameters of products and areas of their application are considered.

**Keywords:** composites, organoleptics, quality, product, defects, control, physical state of the controlled product (dielectric, semiconductor, magnet, paramagnetic, etc.)

