

оружений в городском благоустройстве позволит решить серьезную экологическую проблему хранения и утилизации осадков сточных вод, связанную с недостатком площадей иловых карт, а также задачу транспортной доставки в город плодородного грунта для отсыпки городских газонов и парков.

#### Список литературы

1. Сторчак, Т.В. Оценка степени загрязнения почв города Нижневартовска // Вестник НГТУ. - 2012. - №1. - С. 62-68.
2. Храменков, С.В. Использование почвогрунтов с внесением осадков сооружений очистки сточных вод и водоподготовки для выращивания технических культур/ С.В.Храменков, М.Н.Козлов, Н.М.Щеголькова, А.Я.Ванюшина, А.М.Агарев, В.А.Грачев// Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. - № 10. - С. 72-77.

### ВИДЫ ДЕФЕКТОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Кочегаров И.И., Данилова Е.А.

ФГБОУ ВПО «ПГУ», Пенза, Россия

На сегодняшний день практически все электронные изделия создаются на основе печатного монтажа. В зависимости от объекта установки и условий эксплуатации к печатным платам предъявляются различные требования [1]. Для эффективного обнаружения и локализации латентных технологических дефектов необходимо проводить активный контроль и диагностирование изделия на всех технологических этапах его производства.

Рентгеновский контроль предназначен в первую очередь для контроля многослойных печатных плат и металлизации отверстий печатных плат. Электрический контроль применяется на конечном этапе производства печатных плат, причём его недостатком является низкая производительность [2, 8-10, 12]. Современные системы автоматического оптического контроля используют совершенную оптику, аппаратное и программное обеспечение, а также различные алгоритмы нахождения дефектов. В качестве эталона могут быть использованы данные CAD, фотошаблоны и даже сама тестовая печатная плата [5-7, 13]. Однако, перечисленные системы контроля нацелены на обнаружение явных дефектов, наличие которых приводит отбраковке печатных плат. На сегодняшний день не существуют систем контроля способных дать ответ на вопрос о возможности отказа печатной платы с имеющимися скрытыми дефектами, использующими аналитические модели развития дефектов. Важным моментом является классификация технологических дефектов печатных плат и обоснованное применение аналитических моделей развития скрытых технологических дефектов [2].

Определяющим моментом при осуществлении процесса поиска латентных дефектов является отнесение выявленного несоответствия к соответствующему классу для дальнейшего прогнозирования возможных последствий при его развитии. Поэтому и возникает необходимость в разработке классификации дефектов, чтобы для каждого вида использовать необходимую модель. Особенностью предложенной классификации является добавление группы латентных дефектов, которые при воздействии эксплуатационных факторов могут переходить в явные дефекты (рис. 1).

На этапе изготовления печатных плат к латентным дефектам относятся выступы и разрывы печатных проводников, вкрапления металлизации на поверхности диэлектрической основы печатной платы и раковины в печатных проводниках. Кроме того, латентными дефектами являются нарушения формы переходных, контактных и крепежных отверстий,

смещения центров отверстий относительно их запланированных координат, а также дефекты металлизации отверстий. Взаимодействие и взаимовлияние различного рода факторов приводит к тому, что практически невозможно создать математически строгую аналитическую или даже инженерную модель появления того или иного дефекта. Решение этой сложной задачи невозможно без моделирования процессов возникновения и развития различных технологических дефектов. Различные внешние воздействия – как технологические, так и эксплуатационные, могут вызывать отслоение печатного проводника от диэлектрической подложки, которое под влиянием внешних вибрационных или ударных воздействий может привести к разрушению отслоенного участка [7, 12-18]. Скрытые дефекты могут проявиться только на этапе функционирования устройства при воздействии внешних факторов – удары, вибрации, статические нагрузки, различные тепловые воздействия.



Рисунок 1. Классификация технологических дефектов печатных плат

Время преобразования скрытого дефекта в явный является случайной величиной, но в то же время зависит от целого ряда факторов, которые являются известными величинами. В связи с этим моделирование процессов изменения значений этих факторов и прогноз на основе преобразования скрытого дефекта в явный в последующие моменты времени является основной задачей моделирования развития скрытых дефектов [5].

Анализ технологических дефектов печатных плат показал, что при всем их разнообразии возможные последствия их развития могут быть сведены к ограниченному набору моделей отказов, приводящих сбою работы устройств, собранных на их основе [2].

#### Список литературы

1. Данилова, Е.А. Особенности выявления латентных технологических дефектов печатных плат методами капиллярного контроля/

Д.А. Рындин, А.В. Затылкин, Е.А. Данилова, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Молодежь. Наука. Инновации: Труды VII международной научно-практической конференции. – Пенза: Изд-во ПФ ФГБОУ ВПО «РГУИТ», 2013. – С. 153-155.

2. Методы обнаружения и локализации латентных технологических дефектов бортовой радиоэлектронной аппаратуры: монография / Н.К.Юрков, В.Б.Алмамбетов, А.В.Григорьев, И.И. Кочегаров.–Пенза, Изд. ПГУ, 2013.–184 с.

3. Информационные технологии проектирования РЭС. Единое информационное пространство предприятия : учеб. пособие / В. Б. Алмамбетов, В. Я. Баннов, И. И. Кочегаров. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 108 с.

4. Информационные технологии проектирования. Методология разработки и проектирования РЭС: учебн. пособие/ В.Б. Алмамбетов, И.И. Кочегаров. - Пенза: Изд. ПГУ, 2013 - 76с.

5. Алгоритм выявления латентных технологических дефектов фотопластов и печатных плат методом оптического допускового контроля /Кочегаров И.И., Ханин И.В., Юрков Н.К., Григорьев А.В.//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. № 1-1. С. 54.

6. Автоматизированные системы сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств /Сивагина Ю.А., Белов А.Г., Кочегаров И.И., Юрков Н.К. //Труды между. симп. Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 222-226.

7. САПР в расчёте и оценке показателей надёжности радиотехнических систем /Стойкин В.В., Кочегаров И.И., Трусов В.А.//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. № 1-1. С. 287.

8. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат /Шуваев П.В., Трусов В.А., Баннов В.Я., Кочегаров И.И., Селиванов В.Ф., Горячев Н.В.//Труды между. симп. Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 364.

9. Алгоритм проведения проектных исследований радиотехнических устройств опытно-теоретическим методом /Затылкин А.В., Кочегаров И.И., Юрков Н.К. //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 365-366.

10. Проблемы эффективного автоматизированного проектирования управляемых технических систем /Гришко А.К., Трусов В.А., Кочегаров И.И.//Труды между.о симп. Надежность и качество. 2010. Т. 1. С. 285.

11. Система управления жизненным циклом изделий на основе универсальной технологической платформы /Кочегаров И.И.//Труды между. симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 424-426.

12. Программный пакет моделирования механических параметров печатных плат/ Кочегаров И.И., Таньков Г.В.//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 334-337.

13. Методика взаимодействия системы проектирования печатных плат KiCAD с Компас 3D /Кочегаров И.И. //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 415.

14. Затылкин, А.В. Алгоритм проведения проектных исследований радиотехнических устройств опытно-теоретическим методом / А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Надежность и качество: тр. Между. симп. Том 1 / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2012. – С. 365-366.

15. Затылкин, А.В. Моделирование изгибных колебаний в стержневых конструкциях РЭС / А.В. Затылкин, Г.В. Таньков, // Надежность и качество: Труды международного симпозиума / Под ред. Н.К. Юркова – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2006, с. 320-323.

16. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа / А.В. Затылкин, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 135-143.

17. Затылкин, А.В. Моделирование изгибных колебаний в стержневых конструкциях РЭС / А.В. Затылкин, Г.В. Таньков, // Надежность и качество: Труды международного симпозиума / Под ред. Н.К. Юркова – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2006, с. 320-323.

18. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / А.В. Затылкин, А.В. Лысенко, Г.В. Таньков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕНОСТЕКЛА В КОМПОЗИЦИИ СТЕКЛОБОЙ- ВОЛЛАСТОНИТСОДЕРЖАЩИЙ ШЛАК

Кочалаков Ч. А., Монтаев С.А.,  
Таскалиев А.Т., Монтаева А.С.

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет  
имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан*

Разработка технологических основ композиций, позволяющих замещать на рынке Казахстана импортные теплоизоляционные материалы, таких как пенополистирол и материалов на основе стекловолокна, которые имеют ряд недостатков, а именно теплоизоляционный материал из пенополистирола недолговечный. Это обусловлено деструкцией полимеров в атмосферных условиях. Реальный срок службы по-

лимерных теплоизоляционных материалов не превышает 10 – 15 лет [1-4]. Такие материалы не рекомендуются к использованию при температурах выше 80 – 100 °С, а при 180 – 250°С начинают интенсивно разлагаться, с выделением токсичных и пожароопасных веществ. Кроме того они подвержены разрушению грызунами, мыши едят полимерные материалы.

Следующими материалами, используемыми в настоящее время, для теплоизоляции являются минеральная вата и стекловолокно. Основные недостатки этих материалов низкая долговечность теплоизоляции. Ориентировочная долговечность теплоизоляции из минеральной ваты в слое материала, примыкающего к наружной оболочке панели, составляет примерно 10-12 лет. Другой недостаток - пыление при изготовлении и монтаже, что может привести к заболеванию рабочих силикозом. Минеральную вату как теплоизоляцию применяют редко, так как изготовление из неё конструкций связано с большими затратами труда. Уложенная в конструкцию минеральная вата уплотняется в процессе эксплуатации, что приводит к увеличению средней плотности и к ухудшению теплоизоляционных свойств. Дополнительно снижает противопожарные характеристики материалов и их долговечность полимерная связка, используемая для скрепления волокон. То есть, минеральные ваты также нельзя считать полностью неорганическим материалом, что приводит к указанным выше проблемам полимеров [5-6].

В Республике Казахстан имеются огромные запасы стеклосодержащих отходов в виде стеклобоя, а также металлургических, фосфорных гранулированных шлаков состоящих 90 – 95 % из стеклофазы [7]. Эти материалы являются готовыми силикатными сырьевыми ресурсами для производства теплоизоляционно – конструкционных материалов на основе стекла. Для этого необходимы теоретические и экспериментальные исследования по их переработке с целью создания отечественной технологии теплоизоляционно-конструкционного материала – пеностекла на основе переработки стеклобоя в композиции со стеклосодержащими отходами Республики Казахстан.

На сегодняшний день перед всем развитым миром стоит проблема утилизации бытовых и промышленных отходов. Одним из перспективных направлений исследований является разработка эффективных технологий по переработке стеклобоя в композиции со стеклосодержащими отходами с целью получения эффективных строительных материалов.

Все известные технологии основаны на использовании стекла и стеклобоя в дисперсном состоянии. Наиболее близкими исследованиями к предлагаемому проекту являются работы Российских ученых.

Недостатками данной технологии является раздельное приготовления сырьевых компонентов (первичное дробление, помол до порошкообразного состояния, перемешивание), что усложняет технологический процесс их подготовки, а также продолжительное время изотермической выдержки (4-5 часов при температуре 750-850°С), что приводит к повышению энергетических затрат. Кроме того в качестве корректирующей добавки используется природный кварцевый песок и раствор щелочи, что приводит к повышению себестоимости готовой продукции.

Поэтому целью нашего исследования является разработка технологии пеностекла с использованием волластонитсодержащего шлака в композиции со стеклобоя. В таблице 1 приведены исследуемые составы композиции для получения пеностекла.