

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бажанов, А.И. Технология производства, современное оборудование. // А.И.Бажанов Двигатель. – 2010.- №2(68). – С. 10-14.
2. 3D сканеры и история их появления [Электронный ресурс].–URL: <http://www.uralprom.org/nashi/magazin-kompyuterov-40.htm> (дата обращения 09.02.2012)

Аспирант **Осипович Д.А.** тел. 8-922-68-93-119, dashapors@rambler.ru - каф. Технология, конструирование и автоматизация в специальном машиностроении Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета

УДК 658.5

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

В.А. Ханов, Б.Н. Марьин, Д.Н. Фролов

Рассмотрен новый подход к совершенствованию системы технологического контроля при производстве деталей из резинотехнических изделий (РТИ), выполняющих особо важные функции, работающих в агрегатах авиационной техники. Цель работы состоит в повышении качества производимой продукции и снижении уровня брака. Достижение чего становится возможным при разработке и внедрении адаптивных автоматизированных методов мониторинга технологии производства РТИ.

Ключевые слова: технологический контроль; мониторинг технологии; резинотехнические изделия; детали агрегатов систем авиационной техники; качество продукции; нейросетевое моделирование

Состояние проблемы

Важнейшей из задач в авиастроении, является обеспечение высокой надёжности технических систем летательных аппаратов, особенно при постоянном расширении областей применения с учётом условий эксплуатации изделий авиационной техники (температуры, нагрузки, скорости, агрессивные среды и т.д.). В частности, существенную роль здесь играет обеспечение требуемого качества деталей, выполняющих ответственные функции, к которым относятся различные уплотнители из эластомеров.

Производство деталей из резинотехнических изделий (РТИ) для агрегатов авиационной техники подчас сопровождается высоким процентом отсева бракованных деталей, что приводит к существенному увеличению материалоемкости изделий и трудоемкости их изготовления, то есть удорожанию производства РТИ, а, следовательно, и повышению стоимости конечного продукта – летательного аппарата. Следует отметить, не смотря на то, что в современном самолёте количество деталей из РТИ составляет 10–12 тысяч единиц, стоимость комплектующих резиновых изделий в сравнении со стоимостью агрегатов систем летательных аппаратов, в которых они используются, обычно невелика, однако трудность замены деталей из эластомеров зачастую высока. Таким образом, для

потребителя долговечность РТИ является одним из основных показателем. Для производства это оборачивается увеличением материало- и трудоемкости. Следовательно, при производстве РТИ огромное значение имеют экономия сырья и материалов, разработка безотходных технологий, продление сроков эксплуатации изделий. Одним из путей достижения этих целей является внедрение на участках изготовления РТИ новых систем контроля качества сырья и РТИ и мониторинга состояния технологического процесса.

Предлагаемая методика оценки состояния

В практике производства РТИ наиболее информативными в цеховых условиях являются реологические методы испытания исходного материала заготовок, основным из которых является виброреометрия. Однако на этапах технологического цикла оказывается затруднительным использование метода на отечественном и зарубежном оборудовании.

На виброреометрах требуется для испытания до 70 г. материала. Нами разработана и исследована методика реологического контроля резиновых смесей (РС) меньшего объёма – до 0,3 г. Это позволяет обеспечить проведение низкзатратных испытаний на

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

всех этапах технологии подготовки и формирования заготовок из РС.

Проведённый нами системный анализ технологии производства РТИ с использованием технологии моделирования процессов позволил построить процессную модель технологического процесса (ТП), которая представляет собой формализованный производственный цикл РТИ от момента получения исходного сырья (РС) на склад до выхода готового РТИ.

В результате проводимых исследований были выделены звенья ТП, оказывающих значительное влияние на качество РТИ, такие как, вальцевание, шприцевание, изготов-

ление заготовок, которые требуют дополнительных методов и средств технологического контроля в производстве деталей из эластомеров.

Разработанная методика оценки состояния РС и технологии (под состоянием объекта исследования понимается набор значений параметров, полученных экспериментально) заключается в последовательном контроле состояния материала (РС) с использованием реологической информации на всех этапах технологического цикла (Рисунок 1): при получении сырья на склад, после вальцевания, шприцевания и изготовления заготовок, до этапа закладки заготовок в пресс-форму.

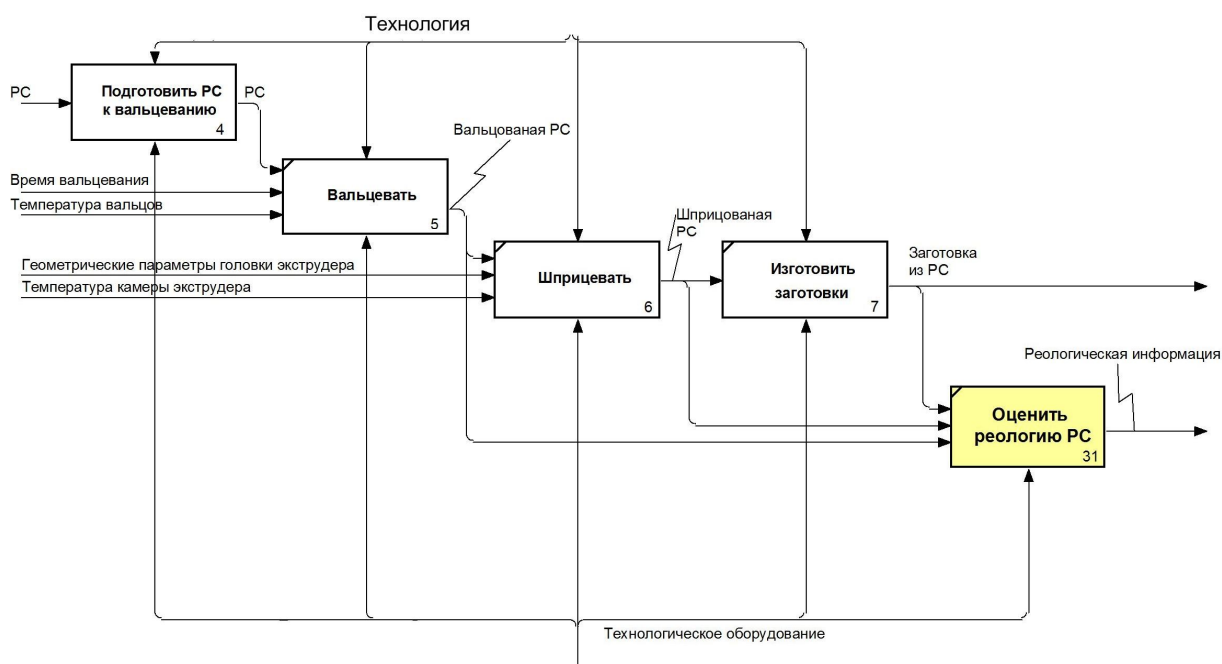


Рисунок 1 – Функциональная модель процессов технологии производства РТИ с введением контрольных функций на этапе подготовки РС

На основе реологической информации, полученной в результате испытаний, становится возможным оценить состояние РС на всех технологических подэтапах этапа подготовки РС, и произвести корректировку управляемых технологических параметров, используемых на последующих этапах технологической цепи, и, как результат, становится возможным добиваться требуемого уровня качества РТИ.

В качестве инструмента для проведения реологических испытаний РС было разработано автоматизированное рабочее место «Микропластограф», измерительная ячейка (Рисунок 2) которого состоит из двух вальцов диаметром не более 25 мм, между которыми

установлен зазор 0,1 - 0,3 мм. Рабочей зоной является щель между вальцами, куда помещаются образцы РС (вес образца составляет примерно 0,285 г.).

Вальцы нагреваются до установленной температуры, которая поддерживается цифровым автоматом на заданном уровне. Специальной механикой обеспечивается встречное вращение вальцов с одинаковой угловой скоростью. Ввиду того, что диаметры вальцов разные, линейные скорости поверхностей вальцов тоже различаются, поэтому при помещении образца РС в зону между ними создается сдвиговая деформация. Чем больше различие в диаметрах между вальцами, тем больше скорость деформирования РС.

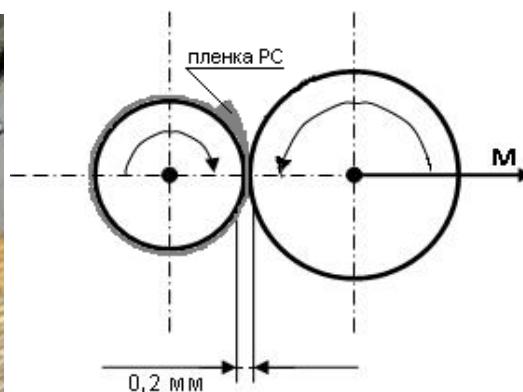


Рисунок 2 –Измерительная ячейка Микропластографа.

Результатом испытаний являются реологические кривые, которые отображают изменение механического момента, как нагрузки на измерительный преобразователь при вальцевании образца РС.

Результатом испытаний являются реологические кривые, которые отображают изменение механического момента, как нагрузки на измерительный преобразователь при вальцевании образца РС.

По результатам проведённых экспериментов было выявлено существенное отличие параметров реологических кривых для различных марок РС. Однако реологические кривые одного и того же типа РС отличаются незначительно. Следовательно, обоснованным является проведение классификации РС с использованием метода нейросетевого моделирования.

Под нейронной сетью (НС) подразумевается вычислительная структура, которая моделирует простые биологические процессы, ассоциируемые с процессами человеческого мозга. НС – исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости.

Нами был разработан алгоритм подготовки исходных данных – образование вектора признаков отдельной реологической кривой. Для понижения размерности исходного признакового пространства был использован метод главных компонент, являющийся следствием дискретного разложения Карунена-Лоева.

Нами была подобрана необходимая архитектура НС, которая представляет собой суперпозицию функций активации. В качестве функции активации был выбран сигмоид. Для обучения НС использован алгоритм обратного распространения ошибки.

Для создания НС, их тренировки, симуляции работы и др. использовался стандартный пакет расширения среды Matlab - Neural Network Toolbox.

При тестировании НС распознавала правильно 95% предъявляемых образов.

Таким образом, разработана методика классификации РС методом нейросетевого моделирования, которая даёт возможность автоматизировать процесс оценки состояния материала на этапах формирования заготовок РТИ технологического цикла.

Полученная возможность объективной оценки состояния материала и технологии позволяет осуществлять информационную поддержку принятия решений о корректировке управляемых параметров технологического процесса производства РТИ авиационного назначения.

Процесс мониторинга

Таким образом, обобщённый процесс автоматизированного мониторинга технологии производства РТИ авиационного назначения (рисунок 3) заключается в следующем.

- На каждом из этапов технологической цепи отбираются образцы для проведения реологических испытаний на микропластографе, входящего в состав автоматизированного рабочего места (АРМ) технолога/оператора участка РТИ.
- Образцы поступают в цеховую лабораторию, где проводятся испытания на микропластографе.
- Результат испытания – реологическая кривая в виде набора значений момента нагрузки во времени поступает на вход нейросетевого классификатора, с помощью которого в автоматизированном ре-

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

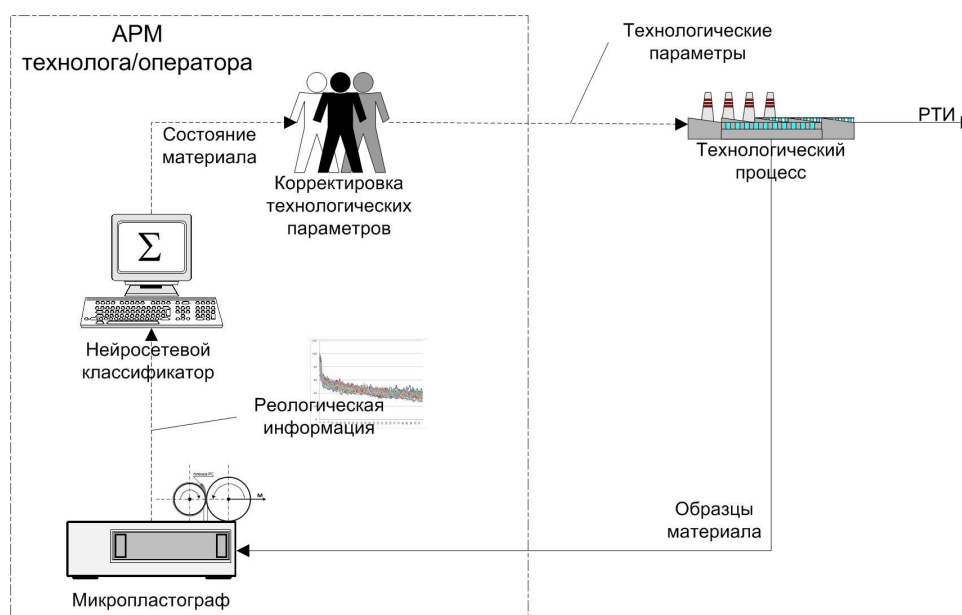


Рисунок 3 – Обобщённая схема процесса автоматизированного мониторинга технологии производства РТИ.

жиме оценивается состояние материала и технологии.

- Информация о состоянии материала и технологии поступает на монитор технолога/оператора для осуществления поддержки принятия решения о корректировке управляемых технологических параметров.

Выводы

Внедрение разработанного процесса и методик мониторинга состояния технологии производства РТИ авиационного назначения позволяет проводить более глубокую оценку состояния материала и технологии, что даёт возможность осуществлять усиленную информационную поддержку принятия решений технологами в вопросе корректировки технологических параметров, что позволит снизить уровень бракованных изделий. По нашим оценкам снижение уровня брака хотя бы на 20% при среднем суточном объёме потребления резиновых смесей 10 кг даст экономии только сырьевых средств на сумму порядка 158 928 руб. в год. Следует отметить, что при снижении уровня бракованной продукции последует снижение не только затрат сырья, но и уменьшение трудозатрат, а также сопутствующих обеспечивающих затрат: электроэнергия, амортизация и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басов, Н.И. и др. Контроль качества полимерных материалов / Н.И. Басов, В.А. Любарто-

вич, С.А. Любартович; Под. ред. В.А. Брагинского. 2-е изд. перераб. – Л.: Химия, 1990.

2. Оссовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Оссовский; пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
3. Р50.1.028-2001 Методология функционального моделирования. – М.: Госстандарт России, 2000.
4. Ханов, В.А. Особенности технологического контроля производства сборочных деталей из эластомеров. / Д.Л. Караченков, Б.Н. Марьин, С.И. Феоктистов, Д.Н. Фролов, В.А. Ханов // «Сборка в машиностроении, приборостроении». – 2008. №5. – С. 40-45.
5. Khanov, V.A. Estimation of the condition of the polymeric material on the basis of neuronetwork modeling. / D.L. Karachenkov, D.N. Frolov, V.A. Khanov // Modern materials and technologies 2007: Materials of international VIII Russia-China Symposium: two volumes. – Khabarovsk: PacificNationalUniversity, 2007. – vol. 2. – p. 92-96.

к.т.н. **Ханов В.А.** – ОАО «Амурский судостроительный завод», заместитель начальника отдела информационных технологий, vladimir.khanov@gmail.com, +7 (962) 286-99-97; д.т.н., профессор **Марьин Б.Н.** – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, кафедра «Машины и технология литейного производства», maryinsb@mail.ru, +7 (4217) 24-11-71; к.т.н., доцент **Фролов Д.Н.** – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, кафедра «Промышленная электроника», frolov.dnn@mail.ru, +7 (4217) 24-11-09