

Анализ полученных данных (таблица 2) показывает, что индивидуальные значения показателей качества по каждому из ключевых размеров активной зоны принимают одинаковые значения 0,9973. Данное обстоятельство объясняется двумя факторами: первый – вероятностной природой показателя качества, т.е. оценка качества есть вероятность изготовления размерного параметра в пределах геометрического поля допуска, и второй – действующие на предприятиях одинаковые подходы к назначению границ поля допуска на геометрический размер. Таким образом, сложность системы управления качеством напрямую зависит от числа входных ключевых параметров производства.

Разработанная многоуровневая система управления производством партии технических устройств заданного объема дает возможность для полноценного и объективного исследования влияния технологического процесса изготовления ключевой группы размерных параметров на электромагнитные характеристики ЭП. Объективность модели вытекает из того, что в виртуальных структурах мы учли действующие в реальном производственном процессе элементы случайности. Обобщенный показатель качества технологического процесса изготовления технических устройств создает предпосылки для проектирования и оптимизации статистических методов приемочного контроля качества исследуемых партий изделий, исходя из существующего уровня качества.

Литература

1. Набоких В.А. «Электрооборудование автомобилей и тракторов» Учебник для СПО. «Академия», 2-ое издание.- М., 2012.- 486с.
2. Чернов А.Е., Акимов А.В. «Качество и надежность электротехнических комплексов автономных объектов». Известия МГТУ «МАМИ» №1 (13).- М., 2012.- с. 105-112.
3. Чернов А.Е., Акимов А.В. «Системы электроснабжения АТС с интеллектуальными алгоритмами, обеспечивающие повышение экологических и энергетических показателей». Известия МГТУ «МАМИ» № 1 (13).- М., 2012.- с. 101-105.
4. Горкин В.П., Зубков А.С., Тяпков П.Ю. «Интеллектуальные датчики угла с использованием гальваномангнитных эффектов». Известия МГТУ «МАМИ» №2 (10). М., 2010. с. 30-34.
5. Чернов А.Е., Акимов А.В., Кротов А.Н. « Многофункциональный регулятор напряжения для генераторных установок нового поколения». Известия МГТУ «МАМИ» №2 (10).- М., 2010.- с. 88-91.

Моделирующая система управления как инструмент обеспечения стабильности показателей качества производства электромеханических преобразователей

Полякова Е.В., д.т.н. проф. Козловский В.Н., к.т.н. проф. Малеев Р.А.
ПВГУС, Университет машиностроения

8 (8482) 637734, polyakova-88@mail.ru, 8 (8482) 637140, kozlovskiy-76@mail.ru

Аннотация. В работе приводится описание моделирующей системы управления процессом производства электромеханических преобразователей, предназначенной для обеспечения стабилизации показателей надежности их производства.

Ключевые слова: система управления; электромеханический преобразователь.

Система электрооборудования современных автомобилей представляет собой комплекс постоянно расширяющихся и совершенствующихся подсистем, которые обеспечивают безотказную работу автомобиля в целом. Наиболее важными подсистемами с точки зрения безопасности, безаварийности и надежности функционирования автомобиля являются подсистемы энергообеспечения, пуска, рулевого управления и т.д., в состав практически каждой из них входят технические устройства, которые выполнены на базе электромеханических преобразователей (ЭП).

В массовом производстве качество технических характеристик ЭП имеет существенную зависимость от технологических погрешностей производства размерных параметров ак-

тивной зоны [1, 2]. Причем влияние каждого из единичных размерных параметров на характеристики не одинаковое, то есть оно носит индивидуальный характер. У каждого типа ЭП существует особая группа ключевых размерных параметров, влияние погрешностей которых на стабильность характеристик наиболее существенное [1, 2]. Анализ ключевых размерных параметров устанавливаемых в автомобиль ЭП показывает, что главными линейными размерными параметрами с точки зрения влияния на стабильность характеристик являются параметры, образующие рабочий воздушный зазор: внутренний диаметр статора и наружный диаметр ротора. Величина рабочего воздушного зазора определяет индивидуальность характеристик ЭП и технического устройства, в состав которого он входит. Другими словами, технологические погрешности ключевых размеров активной зоны ЭП влияют на качество и надежность не только узла или системы, в состав которых он входит, но также влияют и на соответствующие показатели других систем и автомобиля в целом. Результаты тестирования показывают, что уровень напряжения бортовой сети от одного автомобиля к другому обладает различными значениями, которые изменяются в определенном диапазоне. Влияние на напряжение оказывают множество факторов, в том числе и погрешности размерной группы активной зоны электромеханических преобразователей. Все вышеизложенное говорит об актуальности проблемы стабилизации технических характеристик ЭП, так как они влияют на качество и надежность автомобиля в целом.

Добиться повышения стабилизации характеристик ЭП в массовом производстве можно двумя способами: ужесточением технических условий и, как следствие, снижением предельно допустимого геометрического поля допуска на ключевые размеры или индивидуальным подбором сборочных узлов по ключевым размерным параметрам.

Во многих случаях применение первого способа неприемлемо с экономической точки зрения, поскольку ужесточение геометрического поля допуска всегда связано с необходимостью выполнения требований по повышению технологической точности производства, а это рост затрат на новое оборудование.

С другой стороны, на сегодняшний день отказы электрооборудования, возникающие в период эксплуатации автомобиля, в основном устраняются заменой соответствующего технического устройства (стартера, генератора, электромеханического усилителя рулевого управления и т.д.). Это связано с невозможностью обеспечения требуемого уровня качества ремонта сложных электромеханических устройств в условиях предприятий сервисной сети, а также отсутствием на таких предприятиях дорогостоящего ремонтного и испытательного оборудования. Отсюда возможность применения второго способа стабилизации технических характеристик ЭП – соответствующим подбором ключевой группы размерных параметров при сборке изделий, т.е. организацией селективной сборки. Затраты на организацию селективной сборки ограничиваются обеспечением активного контроля на ключевых параметрах с идентификацией сборочных единиц, внедрением портала для аккумулирования статоров, роторов, а также использованием соответствующей информационной системы. Однако при организации селективной сборки возникают вопросы обеспечения требуемого уровня надежности производственного процесса. Для решения поставленной проблемы нами разработаны моделирующие системы управления, описывающие ход стабильного процесса производства электромеханических преобразователей.

Одним из основных требований стандарта ИСО/ТУ 16949:2002, определяющим входные данные для процесса проектирования продукции, является: «Организация должна определять требования к входным проектным данным для продукции». Относительно выходных данных процесса проектирования в стандарте сказано, что они должны соответствовать входным требованиям, а также определять характеристики продукции. Другими словами, нам необходимо выделить ключевые параметры входа процесса, которые наиболее существенно влияют на параметры выхода.

Активная зона любого ЭП содержит несколько десятков геометрических размеров, каждый из которых имеет определенное влияние на технические характеристики. Поэтому мы предлагаем ввести количественную оценку влияния разбросов всех геометрических парамет-

ров активной зоны ЭП разных конструкций на электромагнитные параметры технических характеристик, а затем произвести выборку наиболее значимых. Программный комплекс, реализующий данную задачу, и есть сканер ключевых технических параметров электрооборудования автомобилей. Структурная схема комплекса управления и поиска ключевых параметров приведена на рисунке 1.

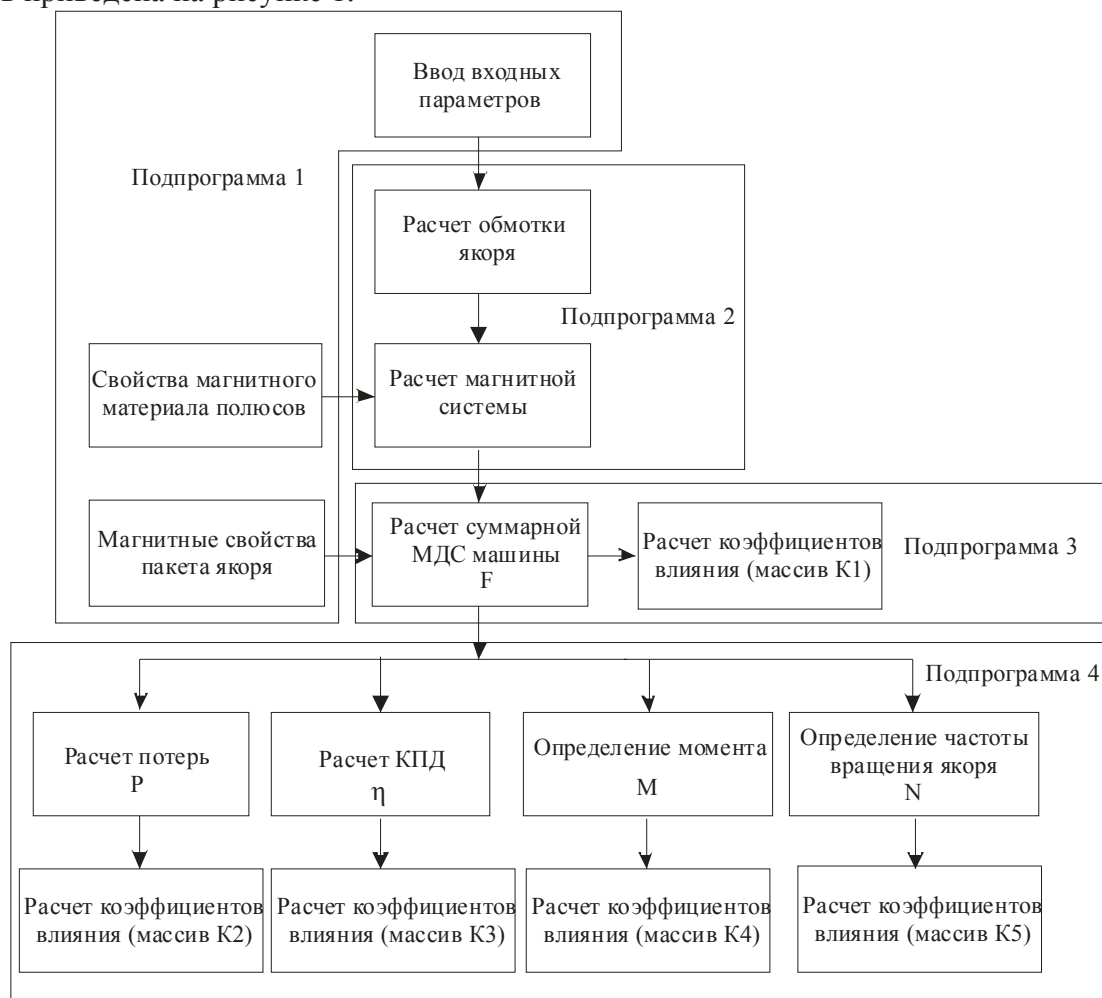


Рисунок 1. Структурная схема комплекса управления и поиска ключевых параметров ЭП

Взаимосвязь между входными и выходными параметрами любого процесса в общем виде может быть описана следующим выражением:

$$y_i = f_i(x_1, \dots, x_j) \quad (1)$$

где: y_i - выходной параметр, x_j - входной параметр.

Для функции нескольких переменных при условии ее дифференцируемости по формуле полного дифференциала можно записать:

$$dy_i = \frac{\partial y_i}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial y_i}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial y_i}{\partial x_j} dx_j \quad (2)$$

Переходя от дифференциалов к конечным приращениям при условии малости последних, получаем уравнение для абсолютной погрешности (3) выходного параметра и для относительной погрешности (4):

$$\Delta y_i = \sum_{j=1}^m \frac{\partial f_i(x_1, \dots, x_j)}{\partial x_j} \Delta x_j \quad (3)$$

$$\frac{\Delta y_i}{y_i} = \sum_{j=1}^m \frac{\partial f_i(x_1, \dots, x_j)}{\partial x_j} \times \frac{x_j}{f_i(x_1, \dots, x_j)} \times \frac{\Delta x_j}{x_j} \quad (4)$$

Выражения, устанавливающие взаимосвязь между погрешностями входных и выход-

ных параметров, в теории точности называются уравнениями погрешностей.

Коэффициенты уравнений, стоящие перед погрешностями входных параметров и определяющие степень влияния этих погрешностей на погрешности выходных параметров, называются коэффициентами влияния.

Из выражения (4) следует, что снижение разброса выходного параметра может быть достигнуто двумя способами: уменьшением разброса входных параметров, вариацией коэффициентов влияния.

Относительный коэффициент влияния j -того входного параметра на i -тый выходной может быть определен аналитически:

$$c_{ij} = \frac{\partial f_i(x_1, \dots, x_j)}{\partial x_j} \times \frac{x_j}{f_i(x_1, \dots, x_j)} \quad (5)$$

Подставляя в выражение (5) расчетные номинальные значения параметров, получим численное значение данного коэффициента влияния.

Также коэффициенты влияния входных параметров на выходные можно представить в виде матрицы (6).

$$C = \begin{pmatrix} c_{11}c_{12}\dots c_{1j} \\ c_{21}c_{22}\dots c_{2j} \\ \dots\dots\dots \\ c_{n1}c_{n2}\dots c_{nj} \end{pmatrix} \quad (6)$$

В качестве входных параметров комплекса управления и поиска ключевых параметров рассматриваются отклонения всех размерных параметров образующих ЭП рассматриваемых конструкций электрооборудования. В качестве выходных параметров при расчете коэффициентов влияния рассматривается характеристика холостого хода (XXX) и электромеханические характеристики применяемых в электрооборудовании автомобилей конструкций ЭП.

Моделирующая система управления производством ЭП реализована на базе системы селективной сборки по наиболее значимым размерным параметрам, полученным с помощью комплексной системы управления и поиска ключевых параметров ЭП. Для реализации этой задачи нами разработана имитационная модель соответствующего процесса, структура которой представлена на рисунке 2.

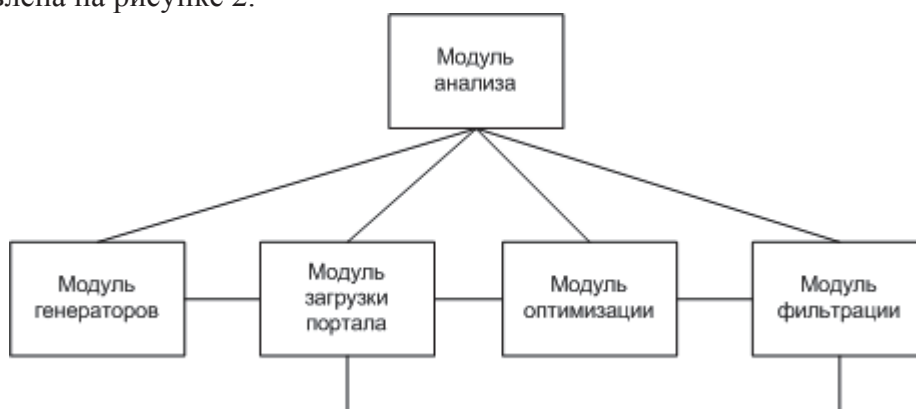


Рисунок 2. Структурная схема имитационной модели селективной сборки ЭП

Входными данными для модели являются массивы размерных параметров статора и ротора, а также коэффициент увеличения точности воздушного зазора. Модель состоит из модулей генераторов, загрузки портала, оптимизации, фильтрации и анализа.

Модуль генераторов отвечает за генерацию размерных параметров наружного диаметра ротора и внутреннего диаметра пакета статора. Модуль выдает результат с заранее заданным нормальным законом распределения, где среднеквадратическое отклонение равно трети размаха допуска на ротор или статор.

Модуль загрузки портала отвечает за формирование портала пар деталей статор-ротор для последующей их попарной оптимизации. Загрузка портала происходит сначала из воз-

вращенных с предыдущей итерации пар. Остаток портала занимают новые пары, сгенерированные в модуле генераторов.

Модуль оптимизации обеспечивает выбор наилучших сочетаний пар статор-ротор. В модуле фильтрации обеспечивается отбор деталей, которые удовлетворяют установленным требованиям. На этом этапе модель создает матрицу 200x200 элементов со всеми возможными вариантами попарного соединения статор-ротор. Для большей наглядности продемонстрируем матрицу вариантов в виде трехмерной поверхности, представленной на рисунке 3. Нулевое значение отклонения рабочего воздушного зазора соответствует оптимальному соотношению параметров статора и ротора, а отрицательные и положительные значения отражают менее удачные пары совокупностей. Пары, которые не удовлетворяют требованиям, возвращаются на повторную оптимизацию в модуль загрузки портала. Система обеспечивает возможность выхода системы из стабильного состояния, когда количество неоптимизированных пар занимает весь портал. В этом случае система делает аварийный сброс и полную выгрузку портала с последующей загрузкой новых пар.

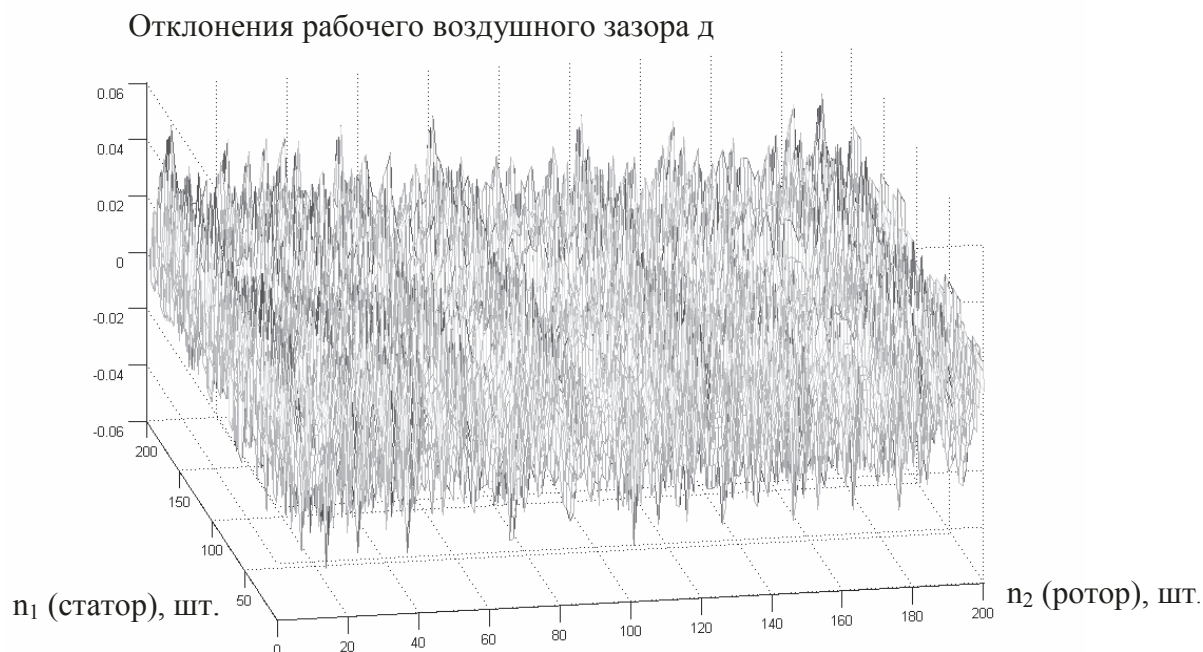


Рисунок 3. Визуализация матрицы вариантов

На следующем этапе система начинает поиск наименьшего отклонения из всех возможных вариантов пар статор-ротор. После нахождения оптимальной пары с минимальным отклонением от номинала из матрицы удаляются все взаимоисключающие ее варианты пар. Цикл повторяется до тех пор, пока не будут найдены все оптимальные варианты сочетаний.

Как видно из рисунка 4, на выходе системы отклонение воздушного зазора распределено не равномерно, а возрастает по модулю, что объясняется самим принципом оптимизации. Эту особенность можно использовать, если требуется разделить партию на разные классы точности изготовления. Но в данном случае точность зазора в полученных комплектах удовлетворяет нашим условиям. Также данная особенность обеспечивает выход 92% генераторов с меньшим в 2 раза отклонением воздушного зазора, чем задано изначально на выходе фильтра.

Таким образом, благодаря применению моделирующей системы управлением ЭП по ключевым параметрам обеспечивается существенный рост надежности в стабилизации размера рабочего воздушного зазора ЭП и, как следствие, повышение стабильности электромагнитных рабочих характеристик. Рост стабильности характеристик ЭП обеспечивает повышение качества и надежности функционирования системы электрооборудования, а значит, и автомобиля в целом.

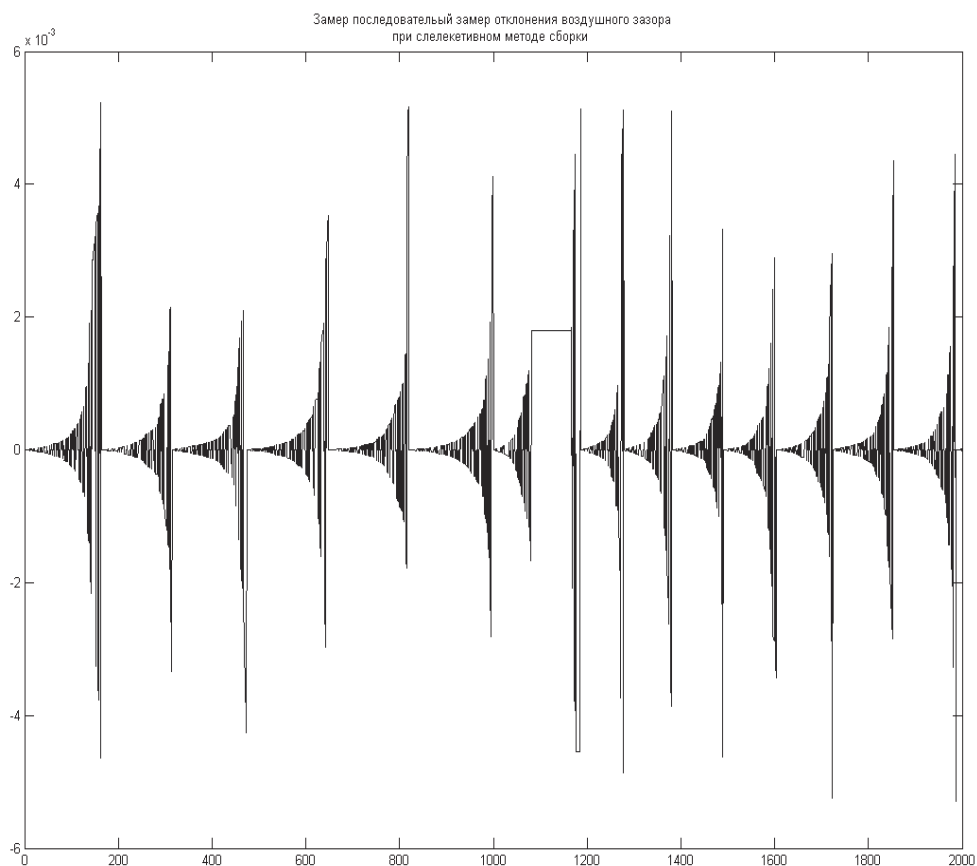


Рисунок 4. График отклонений воздушного зазора при селективной сборке

Литература

1. Козловский В.Н., Немцев А.Д. Управление качеством и надежностью автомобильного генератора. Учебное пособие. – Тольятти., 2005.-132с.
2. Козловский В.Н., Немцев А.Д. Управление качеством и надежностью автомобильного электростартера. Учебное пособие. – Тольятти., 2007.-100с.
3. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. – М., 1995.-304с.
4. Клюкин П.Н. «Современные тенденции развития автомобильной диагностики и их отражение в учебном процессе». ИЗВЕСТИЯ МГТУ «МАМИ» № 1 (11) .- М., 2011.- 314-318с.
5. Акимов А.В., Чернов А.Е. « Методика проектирования основных компонентов систем электроснабжения и пуска автотранспортных средств, учитывающая условия эксплуатации, события и алгоритм». ИЗВЕСТИЯ МГТУ «МАМИ» № 2 (12).- М., 2011.- 61-69с.

Установки для получения метилового эфира из растительного масла

к.т.н. доц. Белов В.П., Зуев Н.С., Пугачёв И.О., к.т.н. доц. Апельинский А.В.
Университет машиностроения (МАМИ)
easytomemorize@mail.ru, pugachev_02.08.1990@mail.ru,

Аннотация. Данная статья посвящена изучению существующих методов и установок для получения метиловых эфиров жирных кислот из растительных масел. Описаны реакции получения метиловых эфиров жирных кислот из рапсового масла, проведен их анализ и сравнение. Приведено описание установок для получения метиловых эфиров растительных масел, описан их принцип действия на примере рапсового масла (РМ) и получения метилового эфира рапсового масла. Указаны достоинства и недостатки каждого метода и установки.

Ключевые слова: метиловый эфир растительных масел, метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ), рапсовое масло (РМ), дизельное биотопливо (ДБТ), реакция этерификации, суперкритическая технология, глицерин, возобновляе-