

Отзыв
на автореферат диссертационной работы
Бычковского Владимира Сергеевича на тему
«Повышение износостойкости полиамидных деталей
за счет технологического наполнения их поверхностного слоя
маслосодержащей жидкостью»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения

Актуальность работы

В настоящее время в области машиностроения используется большое количество деталей из полиамидных материалов, которые эксплуатируются в сложных условиях: при сухом старте, в случаях недостаточной смазки или ее отсутствии, а также в условиях повышенной запыленности и загрязненности.

Для повышения качества полиамидных деталей, используемых в машиностроении, необходимо решить проблемы технологического обеспечения. Это является актуальной задачей, поскольку полиамидные детали должны обладать высокой нагрузочной способностью и стойкостью к абразивному износу.

К полиамидным деталям, эксплуатируемым в тяжелых условиях, предъявляются повышенные требования по стойкости к абразивному износу при работе под большими нагрузками.

Для улучшения качества таких деталей существуют два подхода:

1. Процесс модификации структуры полимера в процессе производства.
2. Технологические процессы, позволяющие повысить качество уже готовой полиамидной детали.

Первый подход имеет некоторые недостатки, связанные с увеличением пластичности и текучести полиамидной детали. Кроме того, при сборке и изготовлении изделий из таких материалов могут возникать сложности с выполнением неразъемных соединений (сваркой, склеиванием и т. п.).

Второй подход обладает преимуществом, связанным с возможностью повышения качества поверхностного слоя отдельных поверхностей готовой полиамидной детали. Одним из наиболее перспективных направлений реализации этого подхода является разработка технологических процессов повышения качества поверхностного слоя путем пропитки полиамидных деталей жидким антифрикционным материалом.

Также существуют проблемы технологического обеспечения повышения качества полиамидных деталей, эксплуатируемых в тяжелых условиях. Они связаны с отсутствием научно обоснованных технологических процессов маслonaполнения и режимов обработки, обеспечивающих увеличение износостойкости деталей с учетом необходимой глубины пропитки.

Структура диссертации

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы, включающий 134 источников. Работа изложена на 170 страницах машинописного текста, включающих 21 таблицу, 60 рисунков и 7 приложений.

Во введении автор рассматривает важность улучшения качества полиамидных деталей. Он описывает, насколько хорошо изучена эта тема и почему она актуальна. В работе также представлены задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Автором подчеркнута научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость. Сформулированы основные положения, которые вынесены на защиту.

В диссертации описаны методы исследования, которые были использованы. Достоверность научных результатов подтверждается их апробацией и обсуждением.

В первой главе проведен анализ современного технологического обеспечения повышения эксплуатационных характеристик полиамидных деталей, эксплуатируемых в тяжелых условиях, сопровождающихся абразивным износом, сухим стартом и повышенными нагрузками.

По итогу проведенного анализа в главе один поставлены задачи для достижения сформированной цели диссертационного исследования.

Во второй главе автором определены общие подходы к разработке технологии изготовления деталей из полиамида с применением технологии маслonaполнения.

Для изготовления детали повышенной износостойкости была предложена наиболее эффективная маршрутная технология, позволяющая произвести сушку и наполнить поверхностный слой маслосодержащей жидкостью. В качестве наполнителя была использована технологическая жидкость с пониженной вязкостью, состоящая из моторного масла и гексана.

Для определения условий и режимов технологического процесса маслonaполнения разработана математическая модель, описывающая процесс маслonaполнения полиамидных материалов, впитывающих до 10%.

С помощью математической модели и разработанного устройства для температурно-динамического способа контроля температуры и скорости маслonaполнения определены градиент температуры и коэффициента

проницаемости.

В результате проведенной работы в главе 2 был предложен новый способ повышения износостойкости деталей из полиамида, заключающийся в маслonaполнении их поверхностного слоя модифицированной жидкостью пониженной вязкости.

В третьей главе представлено технологическое обеспечение процесса маслonaполнения для повышения износостойкости деталей из полиамида марки ПА6.

Выполнена разработка автоматизированной экспериментально-исследовательской установки для определения коэффициента проницаемости и градиента температуры при пропитке образцов из полиамидных материалов, позволяющей экспериментально определить градиент температуры и коэффициент проницаемости, а также осуществлять технологический процесс маслonaполнения полиамидных деталей.

В том числе с помощью проведенных экспериментальных исследований на разработанном оборудовании были определены взаимосвязанные зависимости условий содержания гексана в технологической жидкости с пониженной вязкостью, режимов пропитки и глубины маслonaполнения.

На основе полученных данных были выявлены режимы и условия маслonaполнения, позволившие увеличить износостойкость на 54,5%. В том числе выявлено, что при этом режиме и условии модуль упругости второго рода снижается на 23,2%.

Детально разработана операция контроля, заключающаяся в испытаниях на абразивный износ образцов-свидетелей. Результатом выполнения операции контроля является показатель абразивного износа, который не должен превышать $V=0,091 \text{ мм}^3/\text{м}$ более чем на 10%

В ходе выполненной работы в главе 3 был разработан технологический алгоритм процесса маслonaполнения полиамидной детали, определяющий порядок выполнения операции и необходимые расчеты, позволяющие использовать различные масла в составе технологической жидкости.

В главе 4 выполнена оптимизация технологического процесса маслonaполнения с внедрением результатов исследования.

Сформирована целевая функция, в которой параметром является качество полимера, критерием оценивания которого является износостойкость полиамидной детали.

Решение оптимизационной задачи осуществлялось графическим методом. Анализ показал, что максимальное снижение скорости абразивного износа достигается на 54% при оптимальной температуре полиамидной детали 75°C и оптимальном содержании гексана в технологической жидкости с пониженной

вязкостью 40%.

Также результаты решения оптимизационной задачи были использованы лесообрабатывающей компанией «АВИЛЕС» и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

В заключении обобщены результаты проведения исследований и представлены основные восемь научно-практических выводов и описаны дальнейшие перспективы разработки темы.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Предложен новый способ повышения износостойкости полиамидных деталей за счет маслonaполнения их поверхностного слоя. При разработке математической модели маслonaполнения полиамидных деталей впервые использован новый подход к модификации модели плоскопараллельной фильтрации. Разработан новый температурно-динамический способ определения скорости пропитки на основе послойного контроля динамики изменения температуры в процессе маслonaполнения деталей из полиамидного материала марки ПА 6. Получены зависимости скорости пропитки, скорости абразивного износа и модуля упругости второго рода от вязкости технологической жидкости и температуры детали из полиамида марки ПА 6.

Основные научные положения, выносимые на защиту диссертационной работы, обоснованы в полной мере в части формирования качества и эксплуатационных свойств поверхностного слоя полиамидных деталей, применяемых в машиностроении.

Достоверность и обоснованность научных результатов подтверждается согласованностью теоретических и экспериментальных научных исследований. Для решения поставленных задач исследования корректно применялись положения технологии машиностроения, а также положения основ физической химии, физики фильтрации пористых тел, термодинамики, электродинамики. В том числе корректным использованием методов математической статистики, аппроксимации, численного анализа.

Выводы и рекомендации, сформулированные диссертантом по предложенной научной работе, являются, несомненно, достоверными и новыми. В них отражена реальная проблематика и перспективы применения предложенного способа повышения износостойкости полиамидных деталей.

Теоретическая значимость и практическая ценность результатов работы

Теоретическая значимость полученные результаты диссертационного исследования позволили установить основные закономерности технологического процесса наполнения полиамидных (ПА6) деталей моторным маслом, в том числе влияние предварительного нагрева детали и вязкости наполнителя на интенсивное

испарение гексана из смеси, скорость пропитки, скорость износа и модуль упругости маслonaполненных деталей; влияние глубины маслonaполнения на коэффициент проницаемости и температуры омасленного слоя.

Практическая ценность результатов работы состоит в разработке технологического процесса, способа определения глубины наполнения, методики расчета и автоматизированного оборудования, позволяющее нести реальную пользу от их применения в практической деятельности.

Апробация работы: опубликовано 3 статьи в журналах из рекомендуемого перечня ВАК и 8 статей в изданиях, включенных в международную базу Web of Science и SCOPUS, получено 2 патента РФ на изобретения и 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные результаты работы докладывались на международных и всероссийских конференциях в 2018-2024 гг.

Замечания по диссертационной работе

1. Не указаны конкретные нагрузки, испытываемые полиамидными деталями в процессе эксплуатации.

2. Неясно, как применение диэлектрического нагрева повлияет на результат наполнения полиамидной детали в зависимости от ее формы.

3. В работе конкретно не указано, для каких предприятий или производств будет использоваться данная технология.

4. Не дается полное пояснение использования красителя, добавляемого в наполнитель для доказательства работоспособности температурно-динамического способа контроля глубины пропитки.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты.

Заключение

Диссертация **Бычковского Владимира Сергеевича «Повышение износостойкости полиамидных деталей за счет технологического наполнения их поверхностного слоя маслосодержащей жидкостью»**, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком техническом уровне. В работе содержится научная новизна результатов и технологических решений в области повышения износостойкости полиамидной детали с помощью наполнения ее поверхностного слоя маслосодержащей жидкостью. Диссертация обладает практической и теоретической значимостью в области механической обработки полиамидных деталей.

Соискателем выполнен значительный объем научных исследований и получен ряд новых результатов и выводов, которые обоснованы теоретически и

экспериментально и опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Автореферат достоверно и полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-14 «Положение о присуждении научных степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор **Бычковский Владимир Сергеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Доктор технических наук,
начальник исследовательской
лаборатории, доцент

Калганова Светлана Геннадьевна

«07» 11 2024 г.

Акционерное общество «Научно-производственное предприятия «Контакт»
410086, г. Саратов, ул. им. Спицына Б.В., здание 1, строение 1
Тел.: +78452357630
Email: s.kalganowa2016@yandex.ru

Подпись С. Г. Калгановой заверяю

Директор конструкторского бюро



Г.В.Сахаджи

«07» 11 2024 г.