

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Бычковского Владимира Сергеевича «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

Развитие современного машиностроения и многих других отраслей невозможно на сегодняшний день представить без применения изделий и деталей из полимерных материалов, включая полиамиды. Применение деталей из полиамида позволяет снизить массоемкость машин и механизмов, трудоемкость и себестоимость проведения ремонтных работ и мероприятий по модернизации, обеспечить значительную экономию металлических материалов.

В технологическом процессе изготовления деталей из полимерных материалов в большинстве случаев на конечной стадии проводят механическую обработку резанием. Такая обработка необходима для придания детали надлежащего внешнего вида, изменения конфигурации, полученной в процессе формования, обеспечения размерной точности и требуемого качества обработанной поверхности. Качество поверхностного слоя влияет на большинство эксплуатационных свойств деталей, включая износостойкость. В свою очередь износостойкость деталей непосредственно связана с долговечностью машин и механизмов.

При этом представляется современным технологический подход, при котором имеет место технологическое обеспечение повышения износостойкости только поверхностного слоя, а не всего объема детали. Для реализации такого подхода в рамках данной диссертации разработан технологический процесс повышения износостойкости поверхностного слоя полиамидных деталей путём его пропитки маслосодержащей рабочей жидкостью.

Таким образом, актуальность исследований, направленных на разработку важных для современного машиностроения инновационных технологических процессов повышения износостойкости деталей из полиамида не вызывает сомнений.

Общая характеристика, структура и объем 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 обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи для её достижения, изложены научная новизна и практическая значимость результатов работы. Приведены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения об апробации работы, количественно-качественные характеристики публикаций автора диссертации.

В первой главе проведен анализ современных литературных источников, содержащих результаты исследований условий эксплуатации деталей из полимерных материалов, сведения об эксплуатационных характеристиках деталей из полиамида, проблемах механической обработки полиамидных деталей. Представлены результаты обзора технологических методов по повышению эксплуатационных характеристик деталей из полимерных материалов. На основании проведенного анализа автор научно обосновал перспективность направлением повышения износостойкости деталей из полиамида ПА6 путем наполнения поверхностного слоя детали рабочей жидкостью на основе моторного масла. На основе результатов анализа научно-технической информации сформулированы цель работы и задачи исследования.

Во второй главе автором сформулирован подход к технологии изготовления деталей из полиамида повышенной износостойкости с применением технологических операций высокочастотной сушки и последующего наполнения поверхностного слоя детали маслосодержащей жидкостью. Обоснован состав маслосодержащей жидкости, которая представляет собой смесь моторного масла М8-В и гексана. Определены условия и режимы технологического процесса маслonaполнения полиамидной детали, представлена математическая модель процесса пропитки поверхностного слоя маслосодержащей жидкостью, приведено описание температурно-динамического способа определения скорости пропитки поверхностного детали из полимерного материала. С помощью математической модели и разработанного устройства для температурно-динамического способа контроля температуры и скорости маслonaполнения определены диапазоны значений градиента температуры и коэффициента проницаемости в зависимости от глубины проникновения маслосодержащей жидкости в поверхностный слой детали.

В третьей главе представлен разработанный автором диссертации технологический алгоритм процесса маслonaполнения полиамидной детали, определяющий порядок выполнения операций и необходимых расчетов. Приведено описание автоматизированной экспериментально-исследовательской установки для определения коэффициента проницаемости и градиента температуры при пропитке маслосодержащей жидкостью образцов из полиамидных материалов. Представлены результаты экспериментальных исследований взаимосвязей между износостойкостью, модулем упругости поверхностного слоя деталей из полиамида ПА6 и технологическими режимами операции пропитки маслосодержащей жидкостью. Автором экспериментально-расчетным путем установлены режимы операции маслonaполнения позволившие увеличить износостойкость обработанной поверхности полиамидной детали на 54,5% с одновременным снижением величины модуля упругости при изгибе на 23,2%.

Четвертая глава посвящена оптимизации технологического процесса маслonaполнения. Автором диссертации составлена целевая функция, в которой параметром является качество полимера, критерием оценивания которого является износостойкость поверхностного слоя полиамидной детали. Решение оптимизационной задачи осуществлялось графическим методом. Автором установлено, что максимальное снижение скорости абразивного износа (0,16 мм/мин) достигается при температуре полиамидной детали 75 °С и содержании гексана в маслосодержащей жидкости 40%.

В заключении представлены восемь научно-практических выводов по результатам выполненных в рамках данной работы исследований и сформулированы перспективные направления разработки данного научного направления.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание работы и соответствует требованиям ВАК РФ.

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

В диссертационной работе приведены результаты исследований, которые на мой взгляд, в полной мере соответствуют критерию новизны: новый технологический подход к реализации процесса маслonaполнения поверхностного слоя детали из полиамида; оригинальные результаты экспериментального исследования характера взаимосвязи между скоростью пропитки рабочей жидкостью поверхностного слоя, скоростью абразивного изнашивания, величиной модуля упругости и кинематической вязкостью рабочей жидкости с учетом температуры нагрева детали из полиамида; новый способ высокочастотной обработки сборочных единиц и деталей сложной формы из полимерных материалов, техническая сущность которого защищена патентом на изобретение.

Основные научные положения, выносимые на защиту диссертационной

работы, обоснованы в полной мере в части влияния параметров технологического процесса наполнения поверхностного слоя детали из полиамида ПА6 рабочей жидкостью на формирование исследуемых в данной работе свойств обработанной поверхности.

Достоверность и обоснованность результатов исследований, выводов и рекомендаций обусловлено использованием современного экспериментального оборудования, корректностью постановки задач и использованием известных теоретических зависимостей, допущений и ограничений, применением современных методов и средств моделирования и расчетов, экспериментальных исследований технологического процесса обеспечения повышения износостойкости поверхностного слоя деталей из полиамида ПА6 и подтверждается сходимостью результатов расчетов и экспериментальных исследований.

Выводы по диссертации в целом достаточно обоснованы и являются достоверными, соответствуют современным научным положениям, теориям и исследованиям.

Основные научные результаты диссертации в достаточно подробно приведены для научной общественности и представителей промышленности во многочисленных публикациях, из которых 3 статьи опубликованы в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и 8 статей в изданиях, включенных в международные базы Web of Science и Scopus. На отдельные разработки автора получено 2 патента РФ на изобретения и 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Теоретические и практические научные результаты работы докладывались на международных и всероссийских конференциях в 2018-2024 гг.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Теоретическая значимость работы состоит в обновлении современной научно-технической информации о технологических процессах обеспечения повышения износостойкости деталей из термопластичных полимеров, на примере полиамида ПА6, за счет реализации технологической операции наполнения поверхностного слоя деталей рабочей жидкостью определенной вязкости и состава. В диссертации приведены новые закономерности, полученные с применением современных программных средств конечно-элементного моделирования и аппаратного оформления экспериментальных исследований и открывающие перспективы дальнейших научных исследований в области технологических процессов обеспечения повышенного качества поверхностного слоя деталей их термопластов.

Практическая значимость работы заключается: в разработке маршрутной карты технологического процесса наполнения рабочей жидкостью поверхностного слоя детали из полиамида; в разработке технологического алгоритма, определяющего порядок выполнения операций

технологического процесса и проведения расчетов кинематической вязкости рабочей жидкости, соотношение компонентов рабочей жидкости, глубины, длительности и скорости пропитки; в разработке программного обеспечения для автоматизированной системы управления процессом наполнения рабочей жидкостью поверхностного слоя детали. Практическая значимость результатов диссертации подтверждается актами внедрения результатов исследований в производственную деятельность лесообрабатывающей компании «АВИЛЕС» и учебный процесс ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации и автореферата неоднократно заявляется о «возможности повышения качества поверхностного слоя отдельных поверхностей», «разработке технологических процессов повышения качества поверхностного слоя». Качество обработанной поверхности оценивается физическими характеристиками (микроструктура, твердость, остаточные напряжения в поверхностном слое) и геометрическими (отклонения формы, шероховатость, волнистость). Однако в работе отсутствуют исследования данных параметров. В названии и цели работы заявлено о повышении износостойкости, то есть о повышении одного из номенклатуры эксплуатационных свойств деталей машин. Диссертационная работа имела бы большую научно значимость, если бы автор выполнил сравнительные исследования твердости и шероховатости обработанной поверхности, так как от данных характеристик зависят эксплуатационные свойства деталей, в том числе и износостойкость.

2. В тексте диссертации и автореферата неоднократно имеет место упоминание о неких «тяжелых условиях эксплуатации полиамидных деталей». Автору следовало бы в работе указать конкретные энергосиловые характеристики условий эксплуатации данных деталей из полиамида.

3. В представленном технологическом алгоритме обеспечения повышения износостойкости полиамидной детали при маслonaполнении (стр.116, рис.3.16 диссертации) в блоке исходных данных операции «Приготовление» указан параметр $h_{изн}$ – предельная глубина износа. Однако, согласно ГОСТ30479-97, следует применять термин «предельный износ». В тексте диссертации не приведено численное значение предельного износа, не приведены сведения о выбранном критерии предельного износа. Поэтому требуется дополнительная информация.

4. На стр. 48 диссертации автор заявляет о проникновении «масляного наполнителя на заданную глубину в тело детали на величину немного большего допустимого ее износа». В представленной на отзыв работе не приведено численное значение допустимого износа. И как численно оценить величину, которую автор работы обозначил как «немного больше»?

5. Довольно часто в тексте диссертации и автореферата (в том числе пункт 4 научной новизны, вывод по работе 6) автор использует выражение «скорость абразивного износа». Данное словосочетание является некорректным, так как износ – это результат процесса изнашивания. В свою очередь процесс изнашивания характеризуется двумя параметрами: скоростью изнашивания (отношение величины износа к интервалу времени, в течение которого он возник) и интенсивностью изнашивания (отношение величины износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы).

6. В работе получено рациональное значение кинематической вязкости рабочей жидкости – $9,4 \text{ мм}^2/\text{с}$. Применение такой жидкости позволяет в дальнейшем снизить скорость изнашивания поверхности детали. Однако в тексте диссертации и, соответственно, автореферата многократно упоминается о положительном эффекте в случае применения рабочей жидкости «пониженной вязкости». Следует пояснить относительно какого значения вязкость рабочей жидкости считается низкой? Каковы численные диапазоны «пониженной вязкости»?

7. В текстах автореферата и диссертации, начиная с п.4 научной новизны и вплоть до п.6 заключения, автор заявляет об исследовании модуля упругости второго рода, который, как известно, характеризует способность материала сопротивляться изменению формы при сохранении объема и используется в расчетах на сдвиг, срез и кручение. При этом ссылается на ГОСТ 9550 – 81. «Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе». Автору следует пояснить данное противоречие. Так же автор работы не обосновал выбор метода определения модуля упругости при изгибе.

8. При разработке математической модели пропитки автор рассматривает процесс маслонаполнения поверхности полиамида в виде однонаправленного капиллярного явления, однако отсутствует какое-либо научное обоснование такого решения. Как известно, капиллярный эффект обусловлен действием поверхностного натяжения на границе раздела несмешивающихся сред, в рамках данной работы на границе полимер-рабочая жидкость, однако автор не учитывает силу поверхностного натяжения в теоретических исследованиях. Какой физический смысл имеет коэффициент проницаемости пористой среды (стр. 54 диссертации, система уравнений 2.12)?

Указанные замечания и вопросы не снижают общего положительного впечатления о представленной на отзыв диссертационной работе.

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, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические и технические решения по обеспечению повышения износостойкости деталей из полиамида на основе пропитки поверхностного слоя детали маслосодержащей жидкостью, имеющие существенное значение для развития современного машиностроения.

Выполненная работа соответствует критериям кандидатской диссертации (пп. 9-11,13,14 «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.

Официальный оппонент,
профессор высшей школы
промышленной инженерии
Тихоокеанского государственного
университета, доктор технических наук,
профессор



Еренков Олег Юрьевич

08.11.2024

Еренков Олег Юрьевич
Доктор технических наук по специальности 05.03.01
Технологии и оборудование механической и физико-
технической обработки
ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет»,
Адрес: 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.
Тел.: +7 9141912409
Email: erenkov@list.ru

Подпись *Еренков О.Ю.*
Заверяю специалист по персоналу отдела кадров

