

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Матаев Дархан Бейбутович

darhan1985@mail.ru

магистрант 2 курса специальности 6М071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – А.З.Жалгасбеков

Ультразвуковая обработка деталей (УОД) – один из методов поверхностного пластического деформирования (ППД). Благодаря данному методу микротвердость поверхностей возрастает в 1,5 раза, уменьшается шероховатость, улучшается совместимость материалов деталей пар трения, снижается износ во время приработки. Разработанные, исследованные и внедренные в практику в 1972 г., основы модифицирования поверхностного слоя 4 рациональные режимы УОД, обеспечивающие высокую износостойкость деталей пар трения. Разработать методику проектирования операции УОД и составить рекомендаций для ремонтных предприятий

В числе важнейших задач современного машиностроения и других отраслей металлообрабатывающей промышленности, решаемых в Казахстане и за рубежом, в связи с высокими требованиями к свойствам материалов, обусловленными возрастающей интенсивностью нагружения машин при одновременной тенденции к уменьшению их массы, является повышение эксплуатационной надежности и долговечности промышленных изделий, повышение эффективности машин и оборудования. Качество, эксплуатационная надежность промышленных изделий – машин, механизмов, приборов и пр. – находится в непосредственной зависимости от соответствующих свойств деталей и сборочных единиц. Указанные свойства последних связаны, в свою очередь, прежде всего со свойствами их конструкционных материалов. Статическая и динамическая прочность, сопротивление хрупкому разрушению, задири- и износостойкость, сопротивление усталостному разрушению, физические, коррозионные и прочие свойства материалов принадлежат к числу основных факторов, определяющих надежность и долговечность машин. Проблема долговечности может решаться не только повышением легирующих элементов в материале деталей, но и технологическими методами, обеспечивающими направленное изменение физико-механических и других свойств поверхностного слоя деталей при наименьших материальных и энергетических затратах. Анализ публикаций Наиболее простыми методами улучшения эксплуатационных свойств машин, получившими в последнее время широкое распространение, являются отделочно-упрочняющие методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Преимущества ППД показаны в исследовании Е.Г. Коновалова, Б.А. Кравченко, И.В. Кудрявцева, И.И. Муханова, и других отечественных и зарубежных ученых. Впервые метод ППД с использованием ультразвукового инструмента был предложен в 1964 году И.И. Мухановым [1]. От обычного выглаживания метод ППД ультразвуковым инструментом отличается тем, что инструмент совершает колебания с ультразвуковой частотой. Амплитуда колебаний поляризована в плоскости, перпендикулярной обрабатываемой поверхности детали. В процессе обработки инструмент прижимается к обрабатываемой поверхности с постоянной силой. Как и при обычном выглаживании, перемещение инструмента по поверхности осуществляется путем вращения детали со скоростью и перемещения его вдоль образующей со скоростью. Постановка задачи показать преимущества ультразвукового упрочнения перед остальными видами ППД. Описание ультразвукового упрочнения Инструмент для упрочнения представляет собой ультразвуковую колебательную систему, состоящую из преобразователя и волновода-концентратора, к торцу которого присоединяется деформирующий элемент (индентор). В

процессе упрочняющей обработки инструмент прижимается к обрабатываемой поверхности (рис. 1).

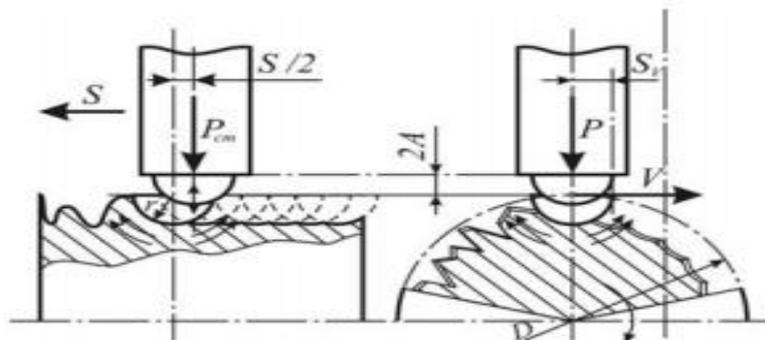


Рисунок 1 - Схема поверхностного пластического деформирования при ультразвуковой упрочняющей обработке

Результаты применения ультразвукового ППД. Экспериментальные исследования показали [2], что в процессе обработки между деформирующим элементом и обрабатываемой поверхностью возникает периодический контакт с частотой ультразвуковых колебаний. В момент контакта мгновенные напряжения существенно выше средних, что вызывает значительную пластическую деформацию. Также как и для других методов поверхностного деформирования (выглаживание, обкатывание, дорнование и др.), в результате обработки уменьшается шероховатость поверхности (рис. 2).

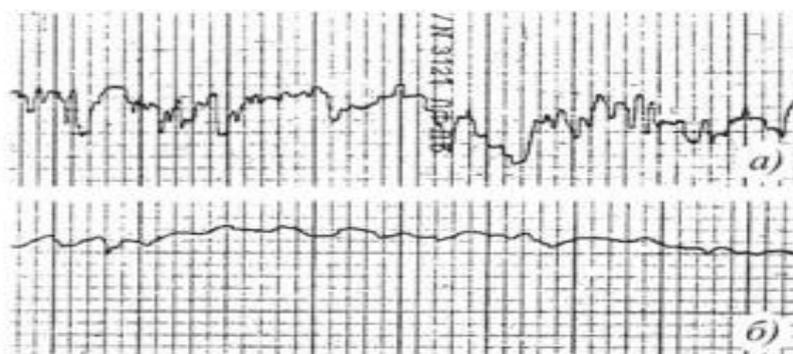


Рисунок 2 - Профилограмма поверхности образцов из стали 45 до (а) и после (б) ультразвуковой обработки

Величина R_a , которая характеризует шероховатость поверхности, уменьшается с увеличением амплитуды колебаний или усилия прижима. Так, например, для стали 12X18H9T при исходном значении $R_a=25$ мкм после ультразвукового упрочнения шероховатость составила 0,4 мкм. Одновременно в результате пластического деформирования увеличивается плотность дислокаций. В недеформированных металлах средняя плотность дислокаций составляет $10^6 \dots 10^8 \text{ см}^{-2}$. После обкатки роликом количество дислокаций увеличивается до $6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$, а при ультразвуковой поверхностной обработке оно возрастает до $3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ [2]. С увеличением плотности дислокаций растет и твердость. Теоретические и экспериментальные исследования позволили установить механизм пластического деформирования при упрочняющей ультразвуковой обработке и связь степени упрочнения с основными параметрами режима, к которым относятся амплитуда – ξ_m и усилие прижима – F_n , радиус кривизны индентора и др. [2]. Характерным для упрочняющей ультразвуковой обработки, равно как и для любого вида обработки поверхностным пластическим деформированием, является создание сжимающих напряжений. Исследовался характер распределения напряжений первого и второго рода по

глубине при разных значениях параметров режима (амплитуда и усилие прижима). Напряжения определялись путем рентгенографирования при послойном электролитическом травлении образцов. Результаты экспериментов для стали 18X14НТ приведены на рис. 3.

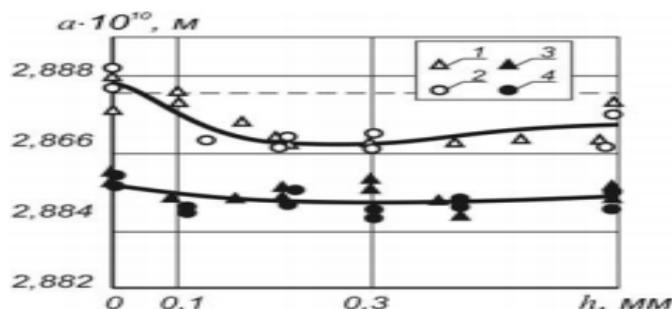


Рисунок 3 - Изменение параметра решетки a (1; 2) и уширения линии (3; 4) по глубине деформированного слоя

Изменение параметра решетки a пропорционально сумме главных напряжений первого рода, а уширение линии β пропорционально величине напряжений второго рода, которые характеризуют величину микроискажений решетки. Анализ результатов подтверждает появление сжимающих напряжений при упрочняющей ультразвуковой обработке. Величина a на любой глубине меньше первоначального значения, которое на графике отмечено пунктиром. Полученные данные показывают, что ультразвуковая обработка создает или значительно увеличивает остаточные напряжения как в продольном, так и в поперечном направлениях. Это является благоприятным фактором, так как препятствует зарождению и развитию трещин. Пластическая деформация поверхности, снижение шероховатости, появление сжимающих остаточных напряжений приводят к увеличению износостойкости материала. Для оценки износостойкости использовалась машина трения. Испытания проводились по схеме «вал – втулка». Показано, что упрочняющая ультразвуковая обработка почти в 2 раза повышает износостойкость образцов. На стали 45 была проведена сравнительная оценка показателей качества поверхностного слоя, полученная в результате использования традиционного метода (обкатывание шаром) и ультразвукового. Основными характеристиками состояния поверхностного слоя детали являются следующие показатели: средняя высота неровностей – R_a , относительная длина опорного профиля – tr , твердость или микротвердость H , остаточные напряжения I рода – σI , остаточные напряжения II рода – σII . Исследования показали, что существует корреляция между приведенными основными показателями: износостойкостью и усталостной прочностью [2]. При оптимизации режима обработки в качестве параметра в зависимости от поставленной задачи выбиралась средняя высота неровностей – R_a или твердость – H . Основными параметрами режима являются: усилие прижима, амплитуда колебаний, скорость перемещения инструмента, подача, радиус кривизны индентора. С использованием методов математического планирования были получены уравнения регрессии для обрабатываемых материалов. Выбранная математическая модель описывается уравнением второго порядка $Y = A + \sum A_i X_i + \sum A_{ii} X_i^2 + \sum A_{ij} X_i X_j$, где Y – параметр оптимизации, X_i или X_j – параметры режима.

Источником энергии ультразвуковой частоты служат ламповые генераторы типа УЗМ-1,5; УЗГ5-1,6 или УМ 1-4. Электрическая энергия ультразвуковой части преобразуется в энергию механических колебаний той же частоты акустической головной, состоящей из трех частей: вибратора 2 типа МПС-1,5, конического концентратора 3 и твердосплавной пластины 4 Т15К16. Форма пластины такая же, как и для электромеханического выглаживания. Специального припуска под данную обработку не требуется, т.к. изменение размеров детали не превышает 0,02 мм (табл. 1) [3].

Возрастная структура парка в свою очередь влияет на показатели эффективности работы, в целом и потребных ресурсах: себестоимости, коэффициенте технической готовности и производительности автомобилей, потребности в рабочей силе и базе, запасных частях, т.е. возрастная структура парка влияет на работу инженерно-технической службы и АТП в целом. Для повышения эффективности перевозок необходимо тщательно планировать, прогнозировать и оптимизировать работу службы эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Так система управления технической эксплуатацией на АТП влияет на перевозочный процесс и степень удовлетворенности клиентов. Различное количество резервных автобусов, качество и скорость выполнения ТО и текущего ремонта (ТР), бережность эксплуатации во многом определяют результирующие показатели работы АТП. Качество перевозки можно оценивать количественными методами.

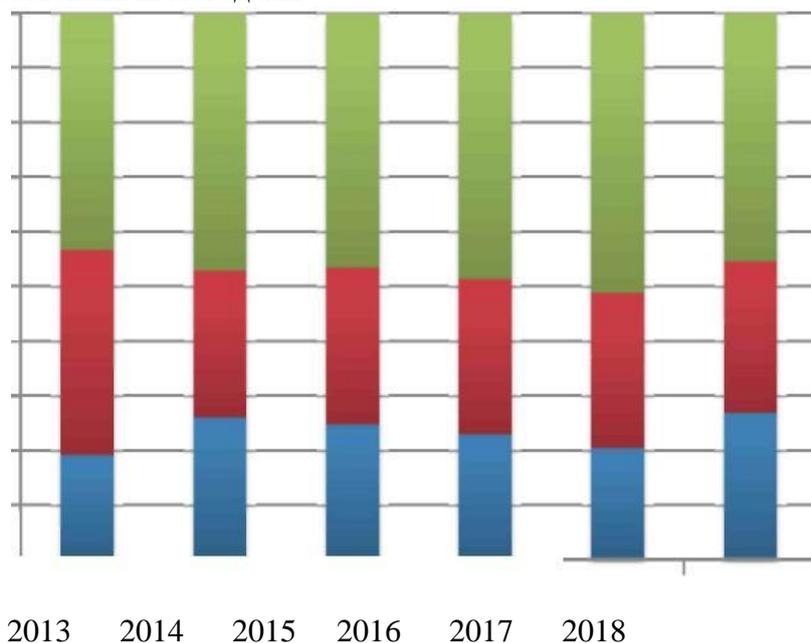


Рисунок 1- Возрастная структура АТП автобусного транспорта в Астане (на конец года)

Т.е. прежде чем проводить анализ вопроса, связанного с оптимальным сроком службы ПС необходимо проанализировать изменение технических, технико-эксплуатационных и экономических показателей автобуса.

Возрастную структуру парка необходимо прогнозировать с целью определения динамики изменения реализуемого показателя качества парка по показателям качества автомобилей различных возрастных групп. На основе графика влияния коэффициента технической готовности и уровня линейной безотказности на удельные затраты городских пассажирских перевозок можно сделать вывод, что при высоких требованиях к надежности и безотказности транспортного средства возникают большие удельные затраты на линейный автобус.

Обеспечить постоянные или прогнозируемые технико-эксплуатационные показатели (коэффициент технической готовности, коэффициент выпуска ПС на линию и т.д.) предприятиям легче для новых автомобилей. Для нового подвижного состава характерны небольшие затраты на обслуживание, простои в ТО и ремонте и количество сходов автобуса с линии не велики. Если автобусы приобретаются по оперативному лизингу, ежемесячные лизинговые платежи выше, чем меньше срок лизинга. С возрастом и увеличением наработки автобуса снижается коэффициент технической готовности, что в свою очередь влияет на увеличение простоев в ремонте. Время простоя в ремонте приводит к финансовым потерям, связанным с невыходом автобусов на линию, а соответственно происходит снижение дохода от реализации перевозок.

Для того чтобы подробнее изучить вопрос изменения показателей качества в процессе эксплуатации, рассмотрим характер изменения некоторых показателей с увеличением наработки ПС

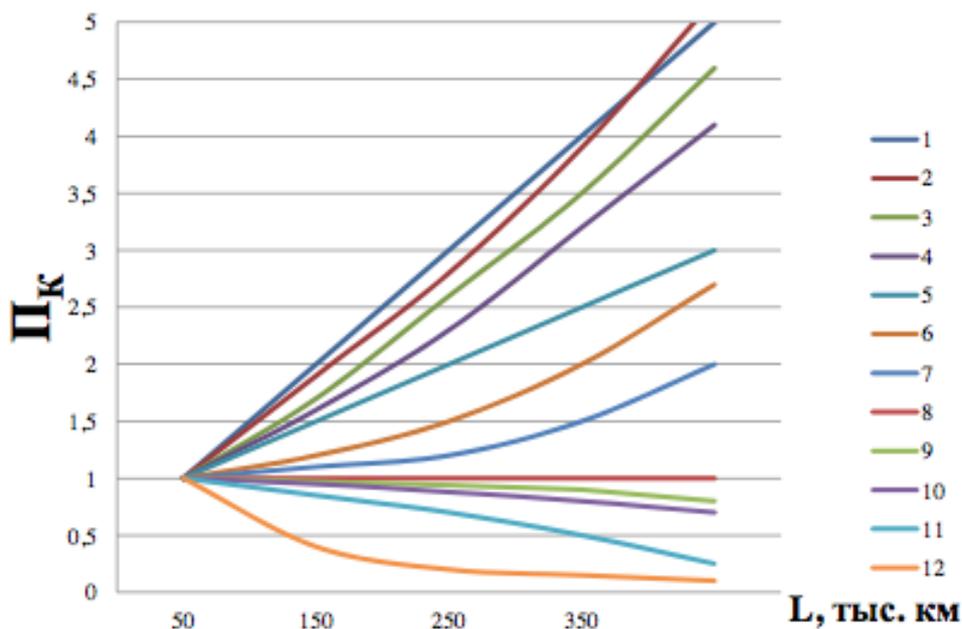


Рисунок 2 – Изменение некоторых показателей качества автомобиля за пробег 350 тыс.км

1. Значение возрастает с увеличением наработки:
 - 1 - удельная трудоемкость ТО и ТР;
 - 2 - удельные затрат на запасные части;
 - 3 - стоимость запасных частей на одну замену;
 - 4 - стоимость запасных частей на один отказ;
 - 5 - номенклатура запасных частей;
 - 6 - число запасных частей, расходуемых на один автомобиль;
 - 7 - удельный простой в ТО и ТР;
2. Значение не изменяется с увеличением наработки:
 - 8 - затраты на топливо;
3. Значение снижается с увеличением наработки:
 - 9 - коэффициент технической готовности;
 - 10 - выручка на 1 000 км пробега;
 - 11 - выручка на календарный день;
 - 12 - наработка на отказ и неисправность.

Таблица 1

Удельный вес компаний с парком до 25 автомобилей, использующих только оперативный лизинг для приобретения подвижного состава в различных странах

Страна	Доля компаний
Бельгия	43,2%)
Франция	51,1%o
Германия	23,3%o
Италия	46,4%o
Нидерланды	29,2%o
Испания	37,3%o
Великобритания	23,4%o

Ежегодные темпы прироста объемов лизинга по Казахстану за период с 2013 по 2018 годы составили 19,5%, а по лизингу автотранспортных средств - 31.6%. Основные перспективы развития автомобильного лизинга в Казахстане, по мнению экспертов - это продолжение развития рынка в целом в ближайшие годы.

Как видно из графика трудоемкость ремонта и затраты на поддержание работоспособного состояния растут с увеличением срока службы (наработки) ПС, тогда как выручка, коэффициент технической готовности и надежность транспортного средства снижаются. Затраты на топливо не изменяются значительно в течение всего срока службы.

При изменении сроков службы меняются эксплуатационные затраты и капиталовложения. Так, при сокращении установленных сроков службы уменьшаются затраты на ТО и ремонт, потребность в персонале и ПТБ для ТО и ремонта, потребность и затраты на запасные части, сокращается их номенклатура. Но одновременно увеличивается поставка новых автомобилей, а соответственно и затраты на их приобретение. В общей сложности до 50% себестоимости перевозок зависит от качества и эффективности технической эксплуатации автомобилей, в том числе от управления парком ПС на АТП. В статье также рассматривается управление технической эксплуатацией автомобилей и планирование по нормативным показателям. В качестве основного показателя парка автомобилей АТП рассматривается коэффициент технического использования автомобиля.

Технико-экономический метод определения ресурса машины (Рисунок 1.2), который в том числе применим и для оптимального срока службы автобуса, подразумевает отслеживание экономических показателей автобуса, на основании которых принимается решение о списании автобуса. В методике используются наработки инженера В.О. Васильева (СССР 1925 год) «изменение себестоимости единицы продукции в зависимости от срока службы машины» .

120 100

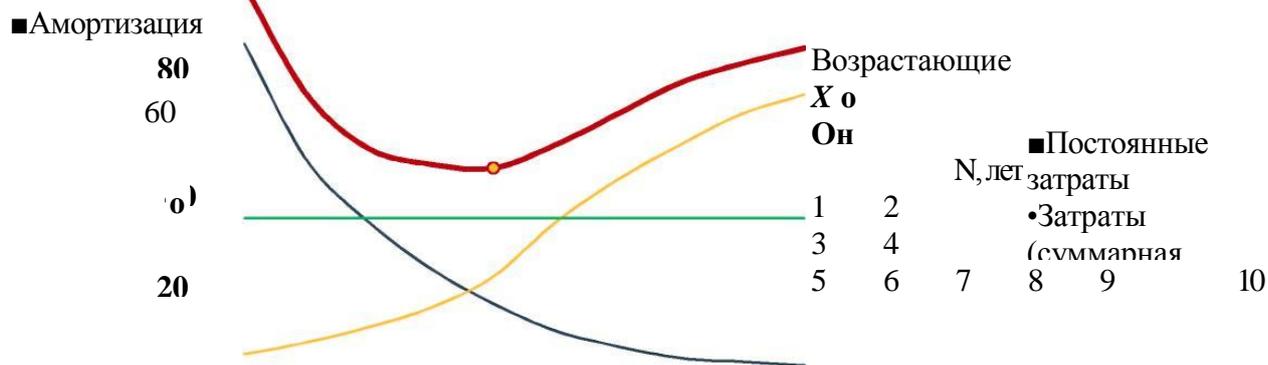


Рисунок 1.2 - Графическое представление технико-экономического метода определения оптимального срока использования транспортного средства.

Российский инженер В.О. Васильев разделяет все затраты на эксплуатацию автомобиля на 3 категории: Удельные эксплуатационные расходы, возрастающие с увеличением срока службы автомобиля. Удельные эксплуатационные расходы, не изменяющиеся с ростом срока службы автомобиля. Удельные накопленные затраты. Амортизация. Сумма этих трех составляющих - общие суммарные затраты.

При управлении возрастной структурой парка для достижения необходимых значений коэффициента использования парка автобусов; для сравнения эффективности работы инженерно-технической службы различных АТП, т.е. производить сравнение не по абсолютным значениям коэффициента использования парка каждого предприятия, а по относительным значениям, посредством коэффициента при условии, что ПС - однородный, т.е. используются одни и те же модели

Управление возрастной структурой по предложенным рекомендациям и результат сравнения предприятий таким способом достаточно эффективны, однако, прежде всего, трудности возникают при формировании статистической базы значений коэффициента использования, т.к. необходимо четко отслеживать время автобуса на линии в исправном и неисправном состоянии, а также в парке в исправном и неисправном состоянии по часам, что достаточно трудоемко. Управление возрастной структурой или сравнение различных предприятий по одному показателю также не достаточно эффективно, авторы не учитывают пропускную способность ПТБ предприятия, влияние возрастной структуры показатели безопасности, такие как количество ДТП, показатели надежности автобуса, такие как число отказов по технической причине и т.д.

АТП необходимо обеспечить перевозку пассажиров в полном объеме, эффективно управляя возрастной структурой парка. Эксплуатация транспортного средства начинается с приобретения его или получения права на эксплуатацию.

Рыночные условия предоставляют широкий спектр возможностей в различных сферах бизнеса, в том числе перевозках пассажиров. Право пользования ПС посредством лизинга, является эффективным решением для значительной доли транспортных компаний нашей страны. На сегодняшний день не существует методики определения рационального срока эксплуатации городских автобусов, приобретаемых в лизинг.

Выводы

АТП необходимо обеспечить перевозку пассажиров в полном объеме, эффективно управляя возрастной структурой парка. Эксплуатация транспортного средства начинается с приобретения его или получения права на эксплуатацию.

Рыночные условия предоставляют широкий спектр возможностей в различных сферах бизнеса, в том числе перевозках пассажиров. Право пользования ПС посредством лизинга, является эффективным решением для значительной доли транспортных компаний нашей страны. На сегодняшний день не существует методики определения рационального срока эксплуатации городских автобусов, приобретаемых в лизинг.

Список использованных источников

1. Самсонов, В.Г. Технология испытания систем активной безопасности автотранспортных средств: монография / Гоц А.Н. – М: Современные проблемы науки и образования, 2012. – 388с.
2. Учебные материалы Iveco «PowerSystems - BasicDiagnosis (Russian_TMR)» Электрон.дан. – М., 2010 закрытый. – Загл. с экрана.
3. Иголкин А.Н. Определение ресурса городских автобусов: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / А.Н. Иголкин
4. Краманенко Г.В. Рынок лизинговых услуг: Дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Б.Ю. Исполатов.