

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ИЗ-ЗА ИЗНОСА МАШИННЫХ ПЕРЕДАЧ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

Иргашев Бехзод Амиркулович

Доктор философии по техническим наукам (DSc), доцент. Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова. Адрес: Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, 100095. E-mail: begzod3366@gmail.com

Каримова Индира Шералиевна

Студентка 3 курса, группа 102-23-МТМИА. Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент. E-mail: karimovaindira318@gmail.com

Аннотация: *Износ машинных передач является одной из основных причин снижения надежности и экономической эффективности машин и механизмов в различных отраслях промышленности. В процессе эксплуатации оборудования неизбежно происходят изменения геометрии рабочих поверхностей деталей, ухудшаются условия зацепления, возрастает уровень потерь энергии и увеличиваются затраты на техническое обслуживание. Особенно чувствительными к процессам изнашивания являются зубчатые передачи, широко применяемые в машиностроении, транспорте, горнодобывающей и сельскохозяйственной технике.*

В статье рассматриваются основные виды экономических потерь, возникающих вследствие износа машинных передач, а также анализируются причины и факторы, ускоряющие процессы изнашивания. Особое внимание уделяется взаимосвязи между техническим состоянием передач и экономическими показателями эксплуатации машин. Показано, что значительная часть потерь обусловлена не только физическим разрушением деталей, но и недостаточной организацией технического обслуживания, несвоевременной диагностикой и неправильным выбором эксплуатационных режимов.

На основе анализа современных научных и практических подходов рассмотрены пути снижения экономического ущерба за счёт повышения износостойкости деталей, улучшения систем смазки, применения методов технического мониторинга и перехода к профилактическому обслуживанию. Результаты работы могут быть использованы при эксплуатации и проектировании машинных передач, а также в учебном процессе при подготовке специалистов машиностроительного профиля.

Ключевые слова: *машинные передачи, износ, экономические потери, зубчатые передачи, надежность машин, смазка, техническое обслуживание, эксплуатация.*

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие промышленности характеризуется ростом требований к надежности, долговечности и экономической эффективности машин и оборудования. Машины всё чаще работают в условиях повышенных нагрузок, интенсивных режимов эксплуатации и неблагоприятных внешних факторов. В этих условиях особую роль приобретают вопросы обеспечения работоспособности основных узлов и механизмов, от состояния которых напрямую зависит эффективность всего технологического процесса.

Машинные передачи являются неотъемлемой частью большинства машин и механизмов. Они обеспечивают передачу движения и энергии, изменение частоты вращения и крутящего момента, а также согласование работы отдельных узлов. Среди различных типов передач наибольшее распространение получили зубчатые передачи, отличающиеся компактностью, высоким коэффициентом полезного действия и возможностью работы в широком диапазоне нагрузок.

Несмотря на конструктивные преимущества, зубчатые передачи подвержены интенсивному износу в процессе эксплуатации. Износ рабочих поверхностей зубьев приводит к ухудшению условий зацепления, увеличению динамических нагрузок, росту вибраций и шумов. В конечном итоге это может привести к выходу передачи из строя и остановке всего агрегата.

Экономические последствия износа машинных передач часто оказываются значительно более серьезными, чем затраты на изготовление или замену отдельных деталей. Простой оборудования, снижение производительности, дополнительные расходы на ремонт и обслуживание негативно сказываются на финансовых показателях предприятий. Поэтому проблема снижения экономических потерь, связанных с износом передач, является актуальной и требует комплексного рассмотрения с учётом как технических, так и экономических аспектов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Износ машинных передач представляет собой сложный физико-механический процесс, зависящий от множества факторов. В процессе работы передачи поверхности зубьев контактируют под действием значительных нагрузок, при этом возникают трение, микроскольжение и контактные напряжения. Со временем это приводит к постепенному разрушению поверхностного слоя материала и изменению геометрии зубьев.

Экономические потери, обусловленные износом машинных передач, можно рассматривать в широком смысле как совокупность всех дополнительных затрат и недополученной прибыли, возникающих в результате ухудшения технического состояния оборудования. Эти потери включают как прямые, так и косвенные составляющие.

Прямые экономические потери связаны с затратами на восстановление работоспособности передач. К ним относятся расходы на запасные части, смазочные материалы, оплату ремонтных работ и использование ремонтного оборудования. В ряде случаев изношенные зубчатые колёса подлежат полной замене, что особенно затратно для крупногабаритных или уникальных машин. Кроме того, частые ремонты приводят к увеличению затрат на складирование запасных частей и логистику.

Косвенные потери зачастую оказываются более значительными, однако их сложнее оценить количественно. К ним относятся простои оборудования, снижение объёмов выпуска продукции, нарушение технологических графиков и увеличение энергопотребления. Изношенные передачи работают с пониженным коэффициентом полезного действия, что приводит к дополнительным потерям энергии и росту эксплуатационных расходов.

Следует отметить, что износ передач оказывает влияние и на безопасность эксплуатации машин. Повышенные вибрации и шумы ухудшают условия труда персонала, увеличивают вероятность аварийных ситуаций и требуют дополнительных мер по обеспечению охраны труда. Всё это также влечёт за собой дополнительные экономические затраты.

Интенсивность изнашивания машинных передач определяется совокупностью конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Одним из ключевых факторов является качество смазки. Недостаточная смазка или использование масла, не соответствующего условиям эксплуатации, приводит к увеличению коэффициента трения и ускоренному разрушению поверхностей зубьев. Наличие абразивных частиц в смазочном материале существенно усиливает износ, особенно при работе в пыльных условиях.

Большое значение имеет правильный выбор материалов зубчатых колёс и методов их термической обработки. Недостаточная твёрдость поверхностного слоя или неравномерное распределение напряжений могут привести к преждевременному появлению усталостных повреждений. Ошибки при проектировании, такие как неправильный модуль или недостаточная ширина зубчатого венца, также способствуют снижению ресурса передачи.

Эксплуатационные факторы включают перегрузки, частые пуски и остановки, ударные режимы работы и несоблюдение регламентов технического обслуживания. Особенно неблагоприятны режимы, при которых передача работает на предельных нагрузках в течение длительного времени. В таких условиях процессы изнашивания значительно ускоряются, а вероятность отказа возрастает.

Снижение экономических потерь от износа машинных передач возможно только при системном подходе, включающем технические, организационные и эксплуатационные мероприятия. Одним из наиболее эффективных направлений

является повышение износостойкости деталей ещё на стадии проектирования. Рациональный выбор материалов, применение современных методов термической и химико-термической обработки, а также использование поверхностного упрочнения позволяют существенно увеличить ресурс зубчатых передач.

Не менее важным является совершенствование систем смазки. Применение качественных смазочных материалов, соответствующих реальным условиям эксплуатации, позволяет снизить коэффициент трения и замедлить процессы изнашивания. Регулярный контроль состояния масла и своевременная его замена предотвращают накопление абразивных частиц и продуктов износа.

Современные методы технического мониторинга открывают новые возможности для управления ресурсом машинных передач. Использование вибродиагностики, анализа шумов и контроля параметров смазки позволяет выявлять начальные стадии износа и принимать меры до возникновения аварийных ситуаций. Переход от аварийного ремонта к планово-предупредительной системе обслуживания способствует снижению затрат и повышению надёжности оборудования.

Важную роль играет и подготовка обслуживающего персонала. Квалифицированные специалисты способны своевременно выявлять отклонения в работе передач, правильно проводить техническое обслуживание и предотвращать развитие неисправностей. Таким образом, человеческий фактор также оказывает значительное влияние на уровень экономических потерь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Износ машинных передач является неизбежным процессом, сопровождающим эксплуатацию машин и механизмов. Однако его последствия могут быть существенно снижены при грамотном подходе к проектированию, эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования. Анализ показывает, что экономические потери, связанные с износом передач, формируются не только за счёт затрат на ремонт, но и вследствие простоев, снижения производительности и увеличения энергопотребления.

Комплексное применение современных технических решений, качественных материалов, эффективных систем смазки и методов технического мониторинга позволяет значительно увеличить ресурс машинных передач и снизить эксплуатационные расходы. Особое значение имеет переход к профилактическому обслуживанию, основанному на контроле фактического состояния узлов.

Решение проблемы экономических потерь от износа машинных передач способствует повышению общей эффективности эксплуатации машин, улучшению условий труда и укреплению конкурентоспособности предприятий. Полученные выводы могут быть использованы как в практической

деятельности, так и в образовательном процессе при подготовке специалистов в области машиностроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванов М.Н., Финогенов А.В. Детали машин. — М.: Машиностроение, 2018.
2. Гальперин М.Я. Теория трения, износа и смазки. — М.: Наука, 2017.
3. Шаабидов Ш.А. Надёжность и долговечность машин и механизмов. — Ташкент: Fan, 2019.
4. ISO 6336. Calculation of load capacity of spur and helical gears.
5. DIN 3990. Tragfähigkeitsberechnung von Stirnrädern.
6. Stachowiak G., Batchelor A. Engineering Tribology. — Butterworth-Heinemann, 2020.
7. Bhushan B. Introduction to Tribology. — Wiley, 2019.
8. Wear — An International Journal on the Science and Technology of Friction, Lubrication and Wear. Elsevier.