

М 484791

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Новицкая Лариса Николаевна

УДК 621.879.323

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ЭЛЕМЕНТОВ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА
/НА ПРИМЕРЕ ШАГАЮЩИХ ЭКСКАВАТОРОВ/

Специальность 08.00.20 - Стандартизация и управление
качеством продукции

05.05.06 - Горные машины

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1989

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена
Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Плуталов В.Н.

Научный консультант: кандидат технических наук, старший
научный сотрудник Демин А.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Солод Г.И.

кандидат технических наук, доцент
Аристов А.И.

Ведущее предприятие: Специализированное конструкторское
бюро ИГД им.Скочинского

Защита состоится 10 апреля 1989 г. в 14³⁰ час.
на заседании специализированного Совета К 053.15.16 в Московском
высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по адресу: 1007005,
Москва, ул. 2-я Бауманская, дом 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
высшего технического училища им.Н.Э.Баумана

Ваш
печатью,
секретаря

веренный
ного

Авт

Уч
специал
к.
Зак. 33
Типогра

И 484791

Я

З.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года подчеркивается важность задач, направленных на повышение качества существующих и вновь создаваемых машин.

Удовлетворение потребностей народного хозяйства в сырье для металлургической, химической, строительной промышленности неразрывно связано с надежностью машин, используемых при добыче полезных ископаемых.

Установлено, что качество шагающих экскаваторов, являющихся основными машинами при разработке полезных ископаемых открытым способом, в значительной степени определяется надежностью и долговечностью элементов опорно-поворотных механизмов этих машин.

Проведенный анализ показал, что элементы опорно-поворотных механизмов /ОПМ/ не удовлетворяют поставленным требованиям по основному показателю качества - надежности. Например, фактическая долговечность выходных вал-шестерен редукторов поворота двухприводных механизмов поворота составляет всего 30% установленной при проектировании. Это приводит к аварийным отказам экскаватора, снижению его уровня качества, а также к остановке всего технологического процесса добычи полезных ископаемых, что сопровождается значительными материальными затратами.

Двухприводные механизмы поворота используются на экскаваторах малой и средней мощности, которые составляют более 76% всего экскаваторного парка страны.

Опыт эксплуатации экскаваторов данного типа показывает, что влияние геометрических параметров элементов ОПМ, обеспечиваемых при изготовлении и монтаже, на долговечность этих элементов недостаточно изучено. Существующий подход к определению напряжений в элементах ОПМ, неудовлетворительное метрологическое обеспечение монтажно-ремонтных работ и принятые методики расчета точности не позволяют с достаточной вероятностью оценить долговечность элементов ОПМ с учетом совокупности действующих факторов.

Все это указывает на то, что обеспечение качества ОПМ яв-

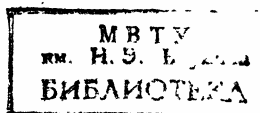
1

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1484791

Новицкая Л.Н. Разработка ме



ляется комплексной проблемой, зависящей от решения вопросов взаимосвязи надежности элементов с отклонениями их геометрических параметров.

Цель работы. Целью настоящей работы является повышение качества опорно-поворотных механизмов путем управления через параметры точности основных элементов опорно-поворотного механизма.

Методы исследований. Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований получены с использованием математического моделирования, теории точности, теории вероятности и математической статистики, дифференциального и интегрального исчисления, планирования эксперимента, корреляционного анализа и теории прочности. При исследованиях использовались ЭВМ различных типов.

Научная новизна заключается:

- В установлении зависимости показателя качества экскаваторов /долговечности/ с отклонениями геометрических параметров основных элементов ОПМ.

- В разработке метода повышения качества ОПМ, основанного на расчете и назначении допускаемых отклонений элементов ОПМ, исходя из обеспечения требуемой долговечности и учета влияния действующих на эти элементы факторов.

- В разработке метода косвенного определения отклонений геометрических параметров элементов ОПМ, позволяющего определять точность геометрических параметров по результатам тензометрических испытаний.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Разработана система управления качеством ОПМ при монтаже и эксплуатации экскаватора, доведенная до программной реализации на ЭВМ. Разработана методика расчета точности элементов ОПМ, которая является основой при разработке отраслевого стандарта по расчету точности геометрических параметров элементов ОПМ экскаваторов. Разработан и изготовлен опытно-промышленный образец устройства для измерения расстояний между осями отверстий, который прошел промышленные испытания и принят к использованию. Ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов исследований составляет 16 тыс. рублей в год на один экскаватор.

ЭШ 10/70.

Результаты работы рекомендуется использовать на предприятиях Министерства угольной промышленности, эксплуатирующих шагающие экскаваторы и предприятиях Министерства тяжелого машиностроения, выпускающих шагающие экскаваторы.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены на научно-технической конференции "Проблемы качества и совершенствования оборудования тяжелого, энергетического, транспортного и химического машиностроения", г.Свердловск, 1988 г.; на научно-методических семинарах и заседаниях кафедры "Метрология и взаимозаменяемость" МВТУ им.Н.Э.Баумана.

Публикации. По результатам исследований опубликовано три статьи. При разработке первой редакции ЕД "Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета" были использованы основные положения и пример из предложенной методики расчета точности элементов ОПМ.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений, изложена на 118 страницах машинописного текста, содержит 58 рисунков и таблиц, список литературы на 9 страницах из 99 наименований и приложения на 14 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Содержит обоснование актуальности работы, цель исследований и основные научные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе рассмотрены конструкции ОПМ и особенности их нагружения в процессе работы, проведена оценка метрологического обеспечения на стадии производства и монтажа шагающих экскаваторов, проведен обзор и критический анализ литературных и производственных данных по вопросам повышения качества ОПМ, обоснованы и поставлены задачи исследований.

Независимо от типа экскаваторов ОПМ являются наиболее нагруженными механизмами, на долю которых приходится до 80% времени рабочего цикла. Анализ функциональной структуры ОПМ с различными кинематическими схемами показал, что основным элемен-

том, определяющим работоспособность и долговечность ОПМ, и соответственно экскаватора, является открытая зубчатая передача. Опыт эксплуатации экскаваторов позволил установить, что фактическая долговечность вал-шестерен почти в три раза ниже установленной при проектировании и отказы ОПМ по причине поломок вал-шестерен составляют около 45% всех отказов элементов ОПМ.

Вопросам повышения качества ОПМ посвящены работы Домбровского Н.Г., Болкова Д.П., Панкратова С.А., Шееля В.И., Шако-ры А.С., Оленева В.А. и других. Анализ этих работ позволил установить, что основное внимание авторы уделяли исследованию динамики механизмов поворота и выявлению факторов, влияющих на величину динамических нагрузок, возникающих в ОПМ экскаватора. Каждая из этих работ направлена на решение отдельных вопросов повышения качества. Элементы ОПМ рассматривались изолированно, без учета совокупности факторов, влияющих на качество функционирования механизма и долговечность его элементов. В работах Болкова Д.П. на основании экспериментальных и теоретических исследований доказано, что ударные динамические нагрузки при повороте экскаватора зависят от величины боковых зазоров в зубчатых передачах. Вопрос нагруженности элементов ОПМ при шагании экскаватора недостаточно изучен. Принятые методики расчета и схемы нагружения элементов ОПМ не позволяют оценить фактическую работоспособность открытой зубчатой передачи. Анализ метрологического обеспечения показал, что существующие измерительные средства не позволяют с необходимой точностью оценивать межосевое расстояние открытой зубчатой передачи ОПМ, что приводит к преждевременной потере работоспособности экскаватора, в результате возникновения дополнительных нагрузок в элементах ОПМ.

В связи с этим в работе поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ и выявить влияние точностных геометрических параметров на надежность функционирования вал-шестерни и ОПМ в целом.
2. Исследовать взаимодействие поворотной платформы с опорной рамой с целью определения фактической нагруженности вал-шестерни.
3. Разработать систему управления качеством ОПМ с использованием точностной метрической модели ОПМ.

4. Разработать метод косвенного определения отклонений геометрических параметров по данным тензометрических испытаний.

5. Разработать методы и средства измерения и разметки междоосевых расстояний.

6. Внедрить полученные результаты в производство.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям взаимосвязи геометрических параметров с долговечностью элементов ОПМ. В результате проведенных исследований получена зависимость для определения величины бокового зазора открытой зубчатой передачи на различных фазах рабочего цикла экскаватора, которая имеет вид:

$$j_{\text{bx}} = j_{\text{min0}} + ut + q 27^{\frac{2}{m}} t^{\frac{2}{m}} + 2Ba, t^{\frac{2}{m}} / \cos \alpha_w \pm 2S \sin \alpha_w / \cos \beta,$$

где j_{min0} — боковой зазор в начальный период эксплуатации, обеспечиваемый при монтаже ОПМ;

u — скорость изнашивания зубьев;

t — продолжительность эксплуатации;

B — ширина зубчатых колес;

m — модуль передачи;

α_w — угол зацепления зубчатой передачи;

S — зазор в узле центральной цапфы в момент времени ;

β — угол размещения выходных вал-шестерен относительно продольной оси экскаватора;

— численные коэффициенты.

Знак "+" берется в зависимости от фазы рабочего цикла экскаватора, на которой определяется величина бокового зазора. При шагании берется знак "-", при повороте — знак "+".

Величина бокового зазора открытой зубчатой передачи определяет условия взаимодействия поворотной платформы с опорной рамой при шагании экскаватора, а также влияет на стабильность функционирования ОПМ.

Теоретическими исследованиями установлено, что уменьшение бокового зазора в открытой зубчатой передаче при радиальном смещении поворотной платформы относительно опорной рамы в про-

цессе шагания экскаватора, при условии

$$(\mu_{\text{лпм}} + \mu t + 0,27 \frac{B}{M} t^6 + 2 B a, t^6 / \cos \Delta \omega) < 2 S \sin \Delta \omega / \cos \beta$$

приводит к силовому контакту между зубчатым венцом и выходными вал-шестернями редуктора поворота. В этом случае реактивная сила трения опорной рамы о грунт воспринимается вал-шестернями редуктора поворота. При различных величинах межосевого расстояния или бокового зазора пары вал-шестерня - зубчатый венец, реактивная сила воспринимается сначала одним вал-шестерней. Возникающие при этом в вал-шестерни напряжения значительно повышают вероятность отказа этого элемента ОПМ.

Основными геометрическими параметрами, влияющими на долговечность ОПМ являются: зазор в узле центральной цапфы, межосевое расстояние открытой зубчатой передачи, боковой зазор в зацеплении вал-шестерня - зубчатый венец и пространственные погрешности расположения элементов ОПМ.

Исследование факторов, определяющих характер износа рабочей поверхности бронзовой втулки в узле центральной цапфы показало, что наиболее существенное влияние оказывает перекося оси втулки относительно оси центральной цапфы, особенно в плоскости продольной оси экскаватора. В этом случае происходит овализация рабочей поверхности втулки. Направления овализации у нижнего и верхнего торцов втулки смещены на 180° , возникающий зазор способствует изменению межосевого расстояния открытой зубчатой передачи.

Для оценки точности геометрических параметров элементов ОПМ предложен метод косвенного определения погрешностей по данным тензометрических испытаний, основанный на теории динамических рядов. Осциллограмма нагружений вал-шестерни, в процессе эксплуатации экскаватора, представляет собой динамический ряд, который формируется путем последовательного фиксирования напряжений в вал-шестерни в течении установленного промежутка времени. Составленная и реализованная на ЭВМ, специальная программа " *SIXE* ", использующая теорию гармонического анализа, позволяет определять следующие погрешности

геометрических параметров элементов ОПМ: эксцентриситет основной окружности зубчатого венца относительно оси центральной цапфы, эксцентриситет основной окружности вал-шестерен относительно оси вращения, зазор в узле центральной цапфы, вызывающий изменение межосевого расстояния открытой зубчатой передачи и отклонения формы зубчатого венца — овальность, огранка.

При отсутствии погрешностей расположения элементов ОПМ закономерность изменения напряжений изгиба в вал-шестернях при повороте экскаватора будет описываться синусоидальной функцией. Погрешности являются источником дополнительных периодических функций со своим периодом, которые накладываются на основную. Погрешности, связанные с точностью изготовления элементов зубчатой пары или точностью монтажа зубчатого венца, могут быть обнаружены только при повороте экскаватора на 360° . Гармонический анализ позволяет разделить периодические функции в виде гармоник и выявить их амплитуду и фазы.

Эксцентриситет зубчатого венца является источником первой гармоники, имеющей период $T_1 = 2\pi$. Эксцентриситет вал-шестерни дает гармонику, порядковый номер которой равен передаточному отношению пары зубчатый венец — вал-шестерня $n = u_{r2} = z_2/z_1$. Период этой гармоники равен $T_n = T_1/u_{r2}$, $T_n = 2\pi/u_{r2}$. Соответствующие номера имеют амплитуды и фазы этих гармоник.

Наличие и характер взаимодействия элементов ОПМ выявляется с помощью точностной метрической модели, учитывающей размерные связи и действие совокупности факторов, определяющих надежность элементов ОПМ.

Размерный анализ точностной метрической модели ОПМ экскаватора ЭШ 10/70 показал, что точность элементов, установленная при проектировании, не позволяет обеспечить требуемые предельные отклонения межосевого расстояния открытой зубчатой передачи ОПМ. Действие силовых и эксплуатационных факторов способствует дальнейшему увеличению предельных отклонений, что ухудшает условия функционирования ОПМ. Например, через 6300 часов эксплуатации, отклонения межосевого расстояния составят от 2,183 мм до 5,525 мм. При шагании экскаватора это приведет к изменению бокового зазора открытой зубчатой передачи на величину

от $\Delta j_{\text{мин}} = -1,59 \text{ мм}$ до $\Delta j_{\text{макс}} = -3,952 \text{ мм}$.

При таких изменениях бокового зазора возникает силовой контакт между зубчатым венцом и вал-шестернями, который вызывает дополнительные изгибные напряжения в вал-шестернях от сил трения опорной рамы о грунт.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям напряженно-деформированного состояния элементов ОПМ.

Для определения фактического нагружения элементов ОПМ были проведены натурные исследования в производственных условиях.

Цель этих исследований заключалась в определении деформаций вал-шестерен при выполнении экскаватором рабочих операций и при его шагании, а также выявлении характера влияния точностных параметров элементов ОПМ на величину деформаций вал-шестерен при различных режимах работы.

Натурные испытания выполнялись в ПО "Тулауголь" в соответствии с разработанной программой тензометрических испытаний, которая включает в себя:

1. Разработку методики тензометрических испытаний.
2. Обработку результатов экспериментальных исследований.
3. Анализ полученных результатов эксперимента.

Согласно методики испытаний, тензодатчики были установлены на вал-шестернях редукторов поворота /т.БК1, БК2, БИ1, БИ2, БИ3, БИ4/, на переднем и задних подхватах /т.ПП, ПЗ1, ПЗ2/, на верхней и нижней балках в левом и правом люках поворотной платформы /т.БВ1, БВ2, БН1, БН2/.

Запись напряжений в элементах ОПМ осуществлялась как на специальных режимах, так и в процессе рабочего цикла экскаватора. Для записи осциллограмм нагружения использовался усилитель, осциллограф Н-014. Обработка осциллограмм выполнялась с помощью прибора Ф-014, который позволяет перевести осциллограмму на восьмидорожечную перфоленту в виде цифровой информации, имеющей байтовую структуру представления. Для обработки осциллограмм на ЭВМ использовалась программа "SI ZE".

Анализ полученных осциллограмм показал, что при шагании экскаватора в вал-шестернях возникают изгибные напряжения, следовательно есть нагрузки, источником которых является силовой контакт между зубчатым венцом и вал-шестернями.

Величина напряжений не зависит от величины зазора между подхватами и опорной рамой, а зависит от величины бокового зазора в зацеплении вал-шестерня - зубчатый венец. При значительных силовых нагрузках со стороны зубчатого венца происходит либо поломка вал-шестерни, либо нарушение крепления выходного стакана вал-шестерни. При нарушении крепления выходного стакана, происходит снижение напряжений в вал-шестернях, что подтверждается полученными осциллограммами.

По осциллограммам нагружения вал-шестерен при шагании экскаватора можно определить величину деформаций, которые позволяют оценить точность межосевого расстояния. Напряжения изгиба будут больше у того вала, у которого межосевое расстояние или боковой зазор будет меньше.

Анализ осциллограмм нагружения вал-шестерен при повороте позволил установить наличие эксцентриситета зубчатого венца относительно оси центральной цапфы. Влияние этой погрешности на величину напряжений изгиба выражается гармоникой имеющей период $T_i = 2\pi$, амплитуду $a_i = 1,49$ мм, начальную фазу $\varphi_i = 35^\circ 31'$.

Экспериментальные исследования подтвердили наличие силового контакта между зубчатым венцом и вал-шестернями при шагании экскаватора. Это изменяет принятую схему нагружения вал-шестерен при расчете валов на прочность и выявляет факторы, оказывающие влияние на надежность элементов ОПМ.

Четвертая глава посвящена разработке устройств для разметки и измерения межосевых расстояний.

Анализ известных в настоящее время методов и средств разметки и измерения межосевых расстояний позволил выявить недостатки, затрудняющие их применение на крупногабаритных изделиях, которыми являются экскаваторы. К этим недостаткам относятся трудоемкость измерения, связанная с необходимостью дополнительных измерений и вычислений, так как измерение осуществляется косвенным методом, большие габариты измерительных средств при измерении больших размеров, а также недостаточная точность измерительных средств. Отмеченные недостатки предопределили создание устройств для разметки и измерения межосевых расстояний отличающихся компактностью, технологичностью и надежностью при измерении.

В конструкции устройства для разметки положения осей отверстий использован принцип треугольника, который является жесткой фигурой и обеспечивает повторяемость результатов. Устройство имеет три стойки, соединяемые гибкими металлическими лентами. Длина лент равна номинальному межосевому расстоянию. Натяжение лент осуществляется с помощью грузов, прикрепляемых к стойкам /А.С. №1456746 "Устройство для разметки положения осей трех отверстий"/.

Для измерения межосевых расстояний разработано устройство, позволяющее определять межосевые расстояния прямым измерением. Устройство состоит из самоцентрирующих стоек и гибкой мерной ленты, которая перемещается в стойке, снабженной нониусом, под действием подвешенного груза. Изготовленное устройство имеет следующие технические характеристики: пределы измерений 500 - 5000 мм; диаметр отверстий 60 - 600 мм; цена деления основной шкалы 1 мм; цена деления нониуса 0,1 мм; масса комплекта /без груза/ 20 кг; измерение выполняет один человек.

Основными источниками возникновения погрешности измерения межосевых расстояний, в соответствии с принятой схемой измерения, являются: погрешность шкалы $\Delta_{ш}$; погрешность отсчета

$\Delta_{от}$; погрешность от провисания ленты $\Delta_{лр}$; погрешность от прогиба стойки $\Delta_{лв}$; погрешность от смещения ленты от линии измерения $\Delta_{см}$.

Суммарная погрешность средства измерения Δ_x определялась по зависимости

$$\Delta_x = \Delta_{лв} \pm \sqrt{\Delta_{ш}^2 + \Delta_{от}^2 + \Delta_{см}^2 + \Delta_{лр}^2}$$

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить оптимальную силу натяжения мерной ленты и суммарную предельную погрешность измерения межосевых расстояний разработанным устройством. Эти исследования проводились в соответствии с разработанной методикой на средней секции поворотной платформы экскаватора ЭШ 10/70А. Измеряемый объект является типичным представителем группы изделий, для которых предназначено разработанное устройство. В результате проведенных экспериментов установлено, что при усилии натяжения 10.

мерной ленты более 160 Н практически исключается погрешность

$\Delta_{\text{лп}}$ Полученная экспериментальным путем величина $\Delta_{\text{л}}$ соответствует требованиям предъявляемым к средствам измерения линейных размеров свыше 500 до 10000 мм, выполненных по 8-9 качеству точности.

В пятой главе представлены практические рекомендации и результаты внедрения их в производство.

На основе точностной метрической модели разработана методика расчета допусков основных элементов ОПМ. Эта методика позволяет учитывать при проектировании действие совокупности факторов, влияющих на геометрические параметры элементов ОПМ, определяющих надежность функционирования ОПМ. В соответствии с предложенной методикой выполнен расчет применительно к экскаватору ЭШ 10/70А. Эта методика может применяться для любых машин, имеющих поворотные механизмы в виде однорядных планетарных редукторов.

Предлагаемая система управления качеством ОПМ состоит из функции цели, математической модели функционирования и ограничений в виде равенств и неравенств.

Согласно теоретическим исследованиям для сохранения работоспособности вал-шестерен достаточно обеспечить равенство

$$j_{\text{лmin}} + \Delta j_{\text{лр}} - \Delta j_{\text{лж}} = 0,$$

где $\Delta j_{\text{лр}}$ - изменение бокового зазора при износе зубьев;

$\Delta j_{\text{лж}}$ - изменение бокового зазора при радиальном смещении поворотной платформы в процессе шагания экскаватора.

Математическая модель функционирования ОПМ, устанавливающая связь между геометрическими параметрами элементов ОПМ и долговечностью открытой зубчатой передачи имеет вид:

$$j_{\text{лmin}} + ut + 0,27 \frac{H}{\sigma} t^6 + 2Ba_1 t^6 / \cos \alpha_w - \\ - 2(S_0 + 8 \cdot 10^{-6} n t K_{\text{нр}}) \sin \alpha_w / \cos \beta = 0$$

Система управления качеством позволяет при всех прочих известных параметрах прогнозировать долговечность открытой зубчатой передачи t или определять необходимую величину бокового зазора j_{min} , при котором будет обеспечиваться работоспособность зубчатой передачи в течение заданного срока службы.

Решение точностной метрической модели относительно t осуществляется с помощью численных методов.

Целевая функция представлена в виде

$$U = t \rightarrow \max$$

Структурная схема алгоритма управления качеством состоит из двух модулей "RUNING" и "FIT", которые представляют собой комплект программ. Модуль "RUNING" используется на стадии эксплуатации, а модуль "FIT" - на стадии проектирования и монтажа.

Для модуля "RUNING" управляющими параметрами являются действительные размеры геометрических параметров элементов ОПМ и бокового зазора открытой зубчатой передачи. Для данного модуля объектом управления служит долговечность.

Для модуля "FIT" управляющими параметрами являются действительные размеры геометрических параметров элементов ОПМ и требуемая долговечность, объектом управления является боковой зазор открытой зубчатой передачи. Например, для обеспечения работоспособности вал-шестерен в течение $t = 13140$ час /1,5 года/ необходимо устанавливать $j_{min} = 2,82$ мм, в противном случае возрастает вероятность поломки вал-шестерен.

Разработанная система управления качеством может быть использована для любых машин, имеющих опорно-поворотные механизмы.

Устройства для разметки и измерения межосевых расстояний, а также методика расчета допусков элементов ОПМ принята к внедрению в ПО "Тулауголь".

Приведен расчет ожидаемого годового экономического эффекта.

Оценка уровня качества экскаватора выполнена по методике, разработанной в МГИ проф. Солодом Г.И. В результате реализации

предложенных методов и средств уровень качества экскаваторов повысится на 1,16%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В диссертационной работе дано новое решение актуальной научной задачи – разработки методов и средств повышения качества элементов опорно-поворотного механизма, что позволяет увеличить эксплуатационную производительность экскаватора за счет повышения долговечности вал-шестерен.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Повышение уровня качества средних экскаваторов-драглайнов является комплексной проблемой, зависящей от решения вопросов точности геометрических параметров элементов ОПМ, надежность которого в значительной степени определяет уровень качества экскаваторов данного типа.

2. Установлено, что основными геометрическими параметрами, влияющими на качество ОПМ являются боковой зазор и межосевое расстояние открытой зубчатой передачи, зазор в узле центральной цапфы. Изменение этих параметров в процессе эксплуатации приводит при шагании экскаватора к изменению силового взаимодействия элементов ОПМ. Возникающие при этом напряжения, могут превысить предельно-допустимые, вызвать поломку элементов ОПМ и отказ всего экскаватора.

3. На основании выявленных связей и полученных закономерностей изменения показателя качества /долговечности/ от точности геометрических параметров элементов ОПМ, разработана система управления качеством ОПМ. Система позволяет прогнозировать долговечность ОПМ на стадии проектирования и монтажа экскаватора, а также осуществлять оптимизацию точностных параметров элементов ОПМ при установленной долговечности.

4. Разработана методика расчета точности геометрических параметров элементов ОПМ с учетом факторов, действующих при сборке и эксплуатации экскаваторов. Предложенную методику рекомендуется использовать при расчете точности элементов ОПМ машин различного функционального назначения.

5. Разработан метод косвенного определения точности элементов ОПМ по данным тензометрических исследований нагруженности элементов ОПМ.

6. Обеспечение точности геометрических параметров элементов ОПМ требует совершенствования метрологического обеспечения монтажных и ремонтных работ, что включает разработку устройств для измерения и разметки межосевых расстояний (получено положительное решение Госкомизобретений на выдачу авторского свидетельства). Метрологический анализ опытно-промышленного образца устройства для измерения расстояний между осями отверстий показал соответствие метрологических характеристик заданным требованиям точности межосевых расстояний. Разработанное устройство прошло промышленное испытание и принято к использованию при монтажно-ремонтных работах.

7. Внедрение результатов исследований позволило снизить среднемесячные простои, возникающие в результате аварийных поломок вал-пестерни, в среднем на 2,5 часа, что составляет 4% от общего времени простоев одного экскаватора ЭШ 10/70.

8. Экономический эффект от внедрения результатов исследования в ЦО "Тулауголь", рассчитанный по "Методическим указаниям по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в тяжелом и транспортном машиностроении" составит 15987 рублей в год на один экскаватор.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Демин А.А., Новицкая Л.Н., Кузьмина В.Ю., Кузнецов И.П. Причины отказов вал-шестерни механизма поворота экскаваторов //Строительные и дорожные машины. - 1988. - №1. - С. 24-26.

2. Бадалова Т.А., Новицкая Л.Н., Титова Т.А. Расчет и выбор посадок на ЭВМ для тяжело-нагруженных соединений //Повышение надежности нефтепромышленного оборудования: Сб. науч. тр.-Баку: АЗИНЕФТЕХИМ, 1988. - С. 41-42.

3. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета. Первая редакция. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - С. 20-24, 58-63.

Hokumai

