

**МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УСЛОВИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ**

**Терентьев Д.В., Платов С.И., Огарков Н.Н., Жиркин Ю.В.**

*ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова», г.Магнитогорск, Россия,*

*E-mail: ktnterentyev@mail.ru, psipsi@mail.ru, ogarkovnikolai@mail.ru, girkin@yandex.ru*

Целью работы является повышение эффективности металлургического производства за счет обеспечения надежной эксплуатации и продления ресурса машин и агрегатов доменного, сталеплавильного и прокатного переделов путем научно-обоснованного выбора узлов трения, их герметизации, применяемых смазочных материалов и систем смазывания.

В работе представлены результаты теоретических разработок и технических решений, направленных на повышение эффективности металлургического производства за счет увеличения ресурса машин и агрегатов доменного, сталеплавильного и прокатного переделов, снижения себестоимости готовой продукции, путем разработки принципиально новых эффективных конструкций рабочих узлов и улучшения фрикционных условий их функционирования.

Представленная работа является единым комплексом научно-технических разработок, направленных на решение этих задач путем разработки и совершенствования конструкций рабочих узлов трения и улучшения фрикционных условий их функционирования.

Проанализированы современные подходы увеличения ресурса тяжелонагруженных узлов трения, к которым относятся зубчатые зацепления и подшипниковые узлы, работающие в металлургических агрегатах на различных переделах.

Практически все предложенные модели определения толщины масляной пленки, коэффициента трения, а также прогнозирования износа и ресурса узлов трения, так или иначе, упираются в недостаточность экспериментальных данных и противоречивый характер полученных теоретических результатов, связанных со сложностью описываемого процесса.

Несмотря на большую номенклатуру применяемых в настоящее время смазочных материалов, присадок к ним и систем смазывания, практически отсутствуют методики по подбору эффективных смазочных материалов, систем и режимов смазывания тяжелонагруженных узлов трения металлургических агрегатов в зависимости от условий их работы.

В связи с этим необходимо развивать практическую методологию исследований с целью решения вышеперечисленных проблем.

В качестве основных узлов трения, работающих в металлургических агрегатах, в работе приняты зубчатые зацепления и подшипники качения, при этом проведена комплексная оценка процессов взаимодействия контактируемых поверхностей узлов трения [3-14].

Для анализа процесса износа узлов трения использовали основы контактной гидродинамики для проведения эластогидродинамических расчетов неконформных пар трения и за основу взят параметр  $\lambda$  [1,2], характеризующий режим трения в контактах, который принимает отношение толщины смазочного слоя  $h_0$  к приведенному среднеквадратичному значению шероховатостей  $R_a$  поверхностей контактирующих тел.

При этом автором впервые предложено при определении параметра  $\lambda$  учитывать маслосъемность поверхности, т.е. не только высотные, но и шаговые параметры микрорельефа контактируемых поверхностей и параметры опорной кривой [9].

Для физического моделирования процессов, происходящих в силовых зубчатых передачах при различных условиях нагружения и смазывания, был сконструирован и изготовлен лабораторный стенд с замкнутым силовым контуром [7,13]. Проведенные

исследования по физическому моделированию, позволили получить результаты, которые были использованы при разработке усовершенствованных уплотнительных устройств и систем смазывания редукторов скиповых лебедок доменного цеха ОАО «ММК».

Проведенный комплекс исследований, включающий в себя теоретические и экспериментальные исследования, физическое моделирование на испытательных лабораторных стендах, промышленные испытания предложенных технических решений, позволил разработать методологию модернизации и совершенствования условий эксплуатации тяжело нагруженных узлов трения металлургических агрегатов (рис.1).

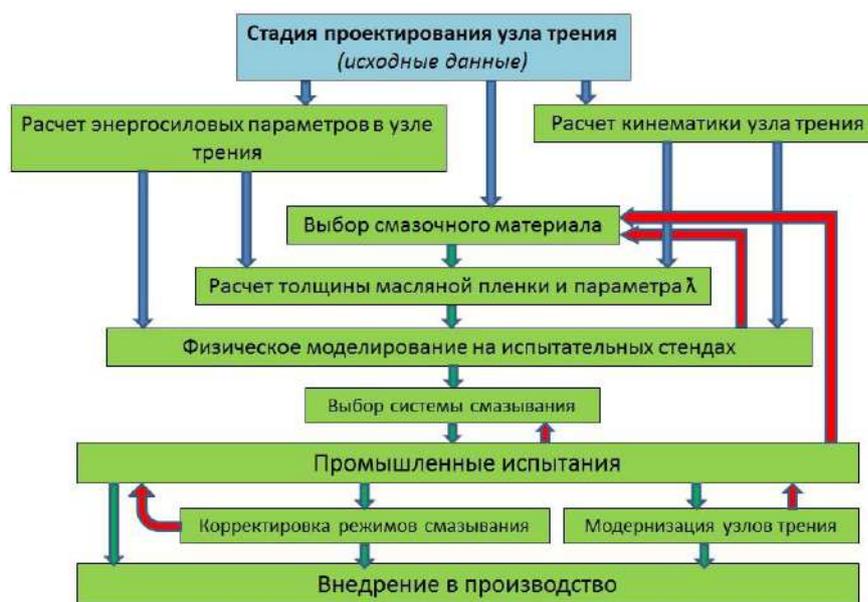


Рисунок 1 – Методология модернизации и совершенствования условий эксплуатации тяжело нагруженных узлов металлургических агрегатов

Использование данной методологии позволяет в лабораторных условиях выбирать, с достаточной для практики точностью, смазочные материалы и системы смазывания узлов трения металлургических агрегатов для повышения их ресурса.

На основании выполненных исследований изложены научно-технические и технологические решения, заключающиеся в развитии методов исследования фрикционного взаимодействия и условий эксплуатации тяжело нагруженных узлов трения металлургических агрегатов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие машиностроительной, металлургической и других отраслей промышленности. Предложенная методология модернизации и совершенствования условий эксплуатации тяжело нагруженных узлов металлургических агрегатов дает возможность сократить время и материальные затраты на промышленные испытания смазочных материалов, выбрать систему смазывания, подходящую для конкретных условий эксплуатации узла трения, повысить ресурс агрегатов и снизить тем самым затраты ремонт и покупку комплектующих.

#### Список литературы:

1. Жиркин Ю.В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники). Учебное пособие. МГТУ им. Г.И. Носова. Магнитогорск. 2007.
2. Хебда М., Чичинадзе А.В. Справочник по триботехнике в трёх томах. Том2. Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения. Москва, «Машиностроение», 1990. – 416 с.
3. Моделирование фрикционных условий работы подшипниковых узлов слябовых УНРС с целью выбора рациональных режимов смазывания / Д.В. Терентьев, С.И. Платов, Ю.В. Жиркин и др. // Черные металлы. 2013. № 4 (976). С. 11-14.
4. Исследование и разработка режимов смазывания подшипниковых узлов рабочих валков стана 2000 горячей прокатки / С.И. Платов, Д.В. Терентьев, Ю.В.

Жиркин и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2. С. 98-100

5. Разработка рациональных режимов смазывания подшипниковых узлов слябовых машин непрерывного литья заготовок / Д.В. Терентьев, С.И. Платов, Ю.В. Жиркин и др. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2014. № 1 (190). С. 164-168.

6. Математическое моделирование теплового состояния подшипникового узла тянущих роликов стана 2000 ОАО «ММК» холодной прокатки / И.М. Ячиков, Ю.В. Жиркин, Е.И. Мироненков и др. // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2014. № 1 (4). С. 29-36.

7. Патент Российской Федерации на полезную модель 88445, МПК G01M13/02. Стенд для испытания зубчатых передач / С.И. Платов, А.М. Чумиков, Ю.В. Жиркин, О.С. Железков, Е.И. Мироненков, Д.В. Терентьев; заявитель и патентообладатель ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». Оpubл. 10.11.2009, Бюл. № 31.

8. Исследование влияния карбонитрирования на коэффициент трения зубчатых передач на основе физического моделирования / Ю.В. Жиркин, Р.Р. Юсупов, Н.Л. Султанов и др. // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2013. № 11. С. 21-25.

9. Маслостойкость контактных поверхностей в процессах обработки металлов давлением / Н.Н. Огарков, С.И. Платов, Е.С. Шеметова и др. // Металлург. 2017. № 1. С. 79-82.

10. Повышение надежности и долговечности деталей и узлов металлургического оборудования / С.И. Платов, Л.Е. Кандауров, О.С. Железков и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 2. С. 50-55.

11. Совершенствование режимов смазывания подшипников рабочих валков прокатных станов при использовании системы «масло-воздух» / Г.Н. Юрченко, С.И. Платов, О.С. Железков и др. // Производство проката. 2007. № 6. С.40-42.

12. Расчет тел качения подшипников на контактную усталостную прочность с использованием метода конечных элементов / С.И. Платов, О.С. Железков Г.Н. Юрченко и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 4. С. 73-77.

13. Физическое моделирование условий эксплуатации зубчатых зацеплений редукторов скиповых лебедок доменных печей / Д.В. Терентьев, С.И. Платов, Ю.В. Жиркин и др. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 2. С. 208-218.

14. Развитие теории и технологии проектирования машин, агрегатов и инструмента в процессах обработки давлением и резания / С.И. Платов, Н.Н. Огарков, Д.В. Терентьев и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 112-114.