

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

МРНТИ 53.49.15
УДК: 621.892

DOI [10.53002/027](https://doi.org/10.53002/027)

Д.В.Герашенко, С.Я.Лейс, Н.С.Молчанов

*Темиртауский высший политехнический колледж, Темиртау, Казахстан
(E-mail leisstefani09@gmail.com)*

**Исследование смазочных материалов оборудования участка методических
нагревательных печей ЛПЦ-1 АО «Qarmet»**

В данной статье рассматривается мониторинг состояния смазочных материалов и систем смазки является важным аспектом для повышения надежности и срока службы оборудования. Исследование проведено на базе листопрокатного цеха №1 АО «Qarmet», где изучены условия работы оборудования, подвергающегося воздействию высоких температур, механических нагрузок и химических агентов. Лабораторные анализы смазки Quartek-320 G показали её низкую термостойкость и загрязнение в условиях эксплуатации. Рекомендованы альтернативные смазки: Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2 и Литол-24, которые обеспечивают стабильную работу при экстремальных температурах и способствуют снижению износа подшипников и затрат на обслуживание.

Ключевые слова: смазочные материалы, системы смазки, подшипники, эксплуатационные условия, термостойкость, износ, лабораторный анализ, листопрокатный цех, экономический расчет, смазка.

Введение

Мониторинг состояния смазочных материалов и систем смазки играет важную роль в обеспечении надежности и эффективности работы оборудования. Это позволяет продлить срок службы подшипников и механизмов, предотвратить преждевременный износ, снизить вероятность поломок, повысить эффективность работы оборудования и сократить затраты на ремонт и замену деталей.

Методы и материалы

Листопрокатный цех №1 АО «Qarmet» производит горячекатаную листовую сталь толщиной 2,0-12,0 мм и шириной 900-1520 мм, подкат для холодной прокатки и цеха жести.

Для нагрева слябов перед прокаткой на листовом прокатном стане 1700 применяют пятizonные методические пламенные печи. Слябы к печам подаются по подающему рольгангу.

Оборудование стана горячей прокатки подвергается сложному и многофакторному воздействию, включая высокие температуры, механические нагрузки, вибрации, химические воздействия и другие факторы.

Для обеспечения долгосрочной и эффективной работы оборудования важно учитывать эти условия и обеспечивать высокое качество материалов, смазки, точность настройки и регулярное техническое обслуживание оборудования.

Отсутствие защитных экранов на загрузочной стороне методических печей, обусловленное сложностями с их закупкой, приводит к значительному повышению температуры в рабочей зоне оборудования от 300 до 600 °С.

В результате происходит изменение физико-химических свойств, выгорание смазки, ускоренный износ подшипников и сокращение их эксплуатационного срока, что увеличивает затраты на ремонт и обслуживание оборудования [1].

Подающий рольганг предназначен для подачи металла к методическим печам.

Рольганг состоит из пяти секций с групповым приводом роликов. В состав каждой секции входят рама, узел ролика и групповой привод вращения роликов.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Ролики ролганга работают в тяжелых условиях, они находятся под воздействием высокой температуры и подвергается ударным нагрузкам. Подшипники в металлургии обеспечивают поддержку вращающихся элементов, воспринимают нагрузки, снижают трение и износ [2].

Смазка снижает трение, предотвращает износ, отводит тепло и защищает от коррозии. Пластичные смазки применяют в подшипниках при температуре до 100°C и частоте до 3000 об/мин. Они обеспечивают лучшую герметичность и защиту от загрязнений. Жидкие масла подходят для высоких скоростей и отвода тепла.

Результаты и обсуждение

Твердые смазки применяются при экстремальных температурах.

Централизованные системы смазки автоматизируют подачу смазки, снижая износ узлов и расход материалов [3].

Во время производственной практики студенты группы ЭМОП-2022 Темиртауского высшего политехнического колледжа изучили эту проблему.

Для лабораторного исследования им были предоставлены образцы смазки Quartek-320 G (как свежей, так и отработанной).

Лабораторный анализ смазочных материалов проводился с использованием набора SKF TKGT 1, который позволяет выполнить три косвенных испытания оценки качества пластичных смазок: консистенция, маслоотделение, загрязнение [4].

Дополнительно использовался метод каплепадения по Уббелде. В испытаниях принимали участие студенты группы ЛТ-2022 по специальности «Лабораторная технология». Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа смазки

Методики исследования	Свежая (неиспользованная) QUAKERTEK*™ 320 1 (G-1)	Использованная QUAKERTEK™ 320 1 (G-1)
Первый визуальный осмотр	Цвет: желтоватая. Блестит и выглядит маслянистой. Запах: слабый технический запах (литиевые смазки передают слегка мыльный запах) Не имеет сгустков. Прозрачнее.	Цвет: Коричневая. Так как незаметно и не выглядит маслянисто, возможно базовое масло выработано. Запах: горелый запах (возникший из-за перегрева или окисления смазки. Это происходит в высокотемпературных или перегруженных условиях) Имеет сгустки. Почернение
Испытание на консистенцию (пенетрация)	Класс NLGI:1 Пенетрация: 310-340 Очень мягкая	Класс NLGI:4 Пенетрация: 175-205 Твёрдая
Испытание на маслоотделение	DAvFresh=27,5мм SFresh=0,785*(27,52-100)=515,15м %Diff=-57,29%	DAvUsed =19,5мм SUsed=0,785*(19,52-100)=219,99м %Diff=-57,29%
Испытание на загрязнение	Свежая смазка выглядит однородной, имеет более светлый оттенок и минимальные примеси, что говорит о её стабильном состоянии.	Использованная смазка имеет выраженную текстуру, неоднородность и может иметь красно-коричневый оттенок, что указывает на загрязнение, износ (металлические частицы) или термическое разложение. Она также может содержать твердые частицы или иметь измененную вязкость.
Температура каплепадения	Каплеобразование-265 Каплепадение-285	При высокой температуре произошел процесс коксования или карбонизации.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Анализ показал, что используемая смазка не соответствует условиям работы оборудования из-за высокой температуры и нагрузки.

Недостаточная термостойкость приводит к быстрому разрушению подшипниковых узлов, особенно со стороны, подверженной тепловому воздействию.

Требуется подбор более устойчивой смазки, соответствующей условиям эксплуатации тяжелых механизмов.

На основании вывода предложены альтернативные виды смазок в сравнении с приведенные в таблице 2 [3].

Таблица 2

Альтернативные виды смазок

Название смазки	Свойства	Цена, тг/кг	Изготовитель
Quartek 320-G	Низкая вязкость обеспечивает минимальное энергопотребление механизмов Температурный диапазон -20 до +150	4000	Quaker Houghton Казахстан
Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2	Сохраняет свою структуру при высоких температурах предотвращает появление царапин в подшипниках Температурный диапазон -300 до +1200	4150	LUBRICO Турция
Литол - 24	Водостойкость Снижение износа узлов и механизмов, широкий диапазон температура Температурный диапазон -400 до +1300	2875	Газпромнефть Россия

На основании выводов произведен экономический расчет применения альтернативных смазок. Использовались данные технической документации листопрокатного цеха №1. [2]

Таблица 3

Данные технической документации

Условия обслуживания	Расход смазки, холостая сторона рольганга, г	Расход смазки, приводная сторона рольганга, г	Цикл, с
Летний цикл	15	5	500
Зимний цикл	10	5	800

Расчет циклов подачи смазки в сутки:

$$N = \frac{T}{t} \quad (1)$$

где, N-количество циклов за сутки

T- количество циклов, с

t- время одного цикла, с.

В условиях летнего периода:

$$N = \frac{86400}{500} = 172 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода:

$$N = \frac{86400}{800} = 108 \text{ кг}$$

Расход смазки на холостую часть подшипниковых узлов:

$$m = N \cdot Q_1 \cdot n \quad (2)$$

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

где, m - масса смазки, кг
 N -количество циклов за сутки
 Q_1 - расход смазки на холостом
 n - количество подшипников

В условиях летнего периода:

$$m = 172 \cdot 15 \cdot 20 = 51.6 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода:

$$m = 108 \cdot 10 \cdot 20 = 21.6 \text{ кг}$$

Расход смазки на приводную часть подшипниковых узлов:

$$m = N \cdot Q_2 \cdot n \quad (3)$$

где, m - масса смазки в кг
 N -количество циклов за сутки
 Q_2 - расход смазки на приводном
 n - количество подшипников

В условиях летнего периода

$$m = 172 \cdot 5 \cdot 20 = 17.2 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода

$$m = 108 \cdot 5 \cdot 20 = 10.8 \text{ кг}$$

Общий расход смазки на подшипниковый узел:

$$m_{\text{общ}} = m_1 + m_2 \quad (4)$$

где, $m_{\text{общ}}$ - общий расход смазки
 m_1 - масса смазки приводной части
 m_2 -масса смазки ходовой части

В условиях летнего периода

$$m_{\text{общ}} = 51.6 + 17.2 = 68,8 \approx 69 \text{ кг}$$

В условиях зимнего периода

$$m_{\text{общ}} = 21.6 + 10.8 = 32,4 \approx 32 \text{ кг}$$

Таблица 4

Сравнительный анализ экономического эффекта

Характеристики смазки	Quartek 320-G	Lubrico Infinity Lithium Grease EP	Литол - 24
Стоимость за кг/тг	4000	4150	2875
Затраты на смазку в летний период за день, тг	276000	286350	198375
Затраты на смазку в летний период за месяц	828000	590500	5951250
Затраты на смазку в зимний период за день	128000	132800	82400
Затраты на смазку в зимний период за месяц	3840000	3984000	2472000

Выводы

Анализ теоретической части и сравнительный обзор смазочных материалов показали, что Quartek-320 G не соответствует условиям работы оборудования.

В качестве замены предлагается Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2, которая обеспечивает стабильную работу при -30°C до $+1200^{\circ}\text{C}$, устойчива к перегреву, сохраняет структуру при экстремальных температурах и предотвращает износ подшипников.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Альтернативный вариант – Литол-24, обладающий высокой термостойкостью (-40°C до +1200°C, кратковременно до +1300°C), устойчивостью к воде, механической стабильностью и надежной защитой от износа. Данный вариант выгоден с экономической и технической точки зрения.

В связи с тем, что позволит уменьшить расход смазочного материала избежать выход из строя подшипников роликов тем самым увеличить срок службы подшипников и увеличить требуемый долговечности [5]

Список литературы

1. Производственные технологические инструкции прокатных цехов АО «Арселор Миттал Темиртау», 2018
2. Васюнина, Т. Р. Гильманшина, Э. А. Рудницкий. Оборудование металлургического производства. Учебное пособие; Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения. - Красноярск: СФУ, 2021
3. Царев О.А., Зезюля В.В. Смазочные материалы. Учебное пособие. Москва.: изд-во МГТУ им Баумана, 2017.
4. Инструкция лабораторного комплекта SKF TKGT 1, 2020.
5. Правила технической эксплуатации оборудования цехов горячей прокатки, 2018 АО «Арселор Миттал Темиртау».

Д.В.Герашенко, С.Я.Лейс, Н.С.Молчанов

«Qarmet» АҚ ЛПЦ-1 әдістемелік қыздыру пештері учаскесі жабдығының майлау материалдарын зерттеу

Бұл мақалада майлау материалдары мен майлау жүйелерінің жай-күйін бақылау – жабдықтың сенімділігі мен қызмет ету мерзімін арттырудың маңызды аспектісі ретінде қарастырылады. Зерттеу «Qarmet» АҚ-ның №1 табақ илеу цехының базасында жүргізілді, мұнда жоғары температура, механикалық жүктемелер және химиялық агенттердің әсеріне ұшырайтын жабдықтардың жұмыс жағдайлары зерттелді. Quartek-320 G майының зертханалық талдауы оның термиялық тұрақтылығының төмендігін және пайдалану жағдайларындағы ластануын көрсетті. Альтернативті майлар ретінде экстремалды температура жағдайында тұрақты жұмыс істеуді қамтамасыз ететін және мойынтіректердің тозуын, қызмет көрсету шығындарын азайтатын Lubrico Infinity Lithium Grease EP №2 және Литол-24 ұсынылды.

Түйінді сөздер: майлау материалдары, майлау жүйелері, мойынтіректер, пайдалану жағдайлары, термотұрақтылық, тозу, зертханалық талдау, табақ илеу цехы, экономикалық есеп, май.

D.V. Gerashchenko, S.Ya. Leys, N.S. Molchanov

Study of Lubricants Used in the Equipment of the Methodical Heating Furnaces Section at Hot Rolling Mill No. 1 of JSC «Qarmet»

This article examines the monitoring of the condition of lubricants and lubrication systems as a key factor in enhancing equipment reliability and service life. The study was conducted at Hot Rolling Mill No. 1 of JSC «Qarmet» where the operating conditions of equipment exposed to high temperatures, mechanical loads, and chemical agents were investigated. Laboratory analyses of Quartek-320 G lubricant revealed its low thermal resistance and contamination under operating conditions. Alternative lubricants – Lubricous Infinity Lithium Grease EP No. 2 and Litol-24—were recommended, as they ensure stable performance under extreme temperatures and contribute to reducing bearing wear and maintenance costs.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Keywords: lubricants, lubrication systems, bearings, operating conditions, thermal resistance, wear, laboratory analysis, hot rolling mill, economic calculation, lubrication.

References

1. Proizvodstvennye tekhnologicheskie instruktsii prokatnykh tsekhov AO «Arselor Mittal Temirtau», 2018
2. Vasyunina, T. R., Gil'manshina, E. A., Rudnitskiy. Oborudovanie metallurgicheskogo proizvodstva. Uchebnoe posobie; Sib. feder. un-t, In-t tsvet. metallov i materialovedeniya. – Krasnoyarsk: SFU, 2021
3. Tsarev O.A., Zezyulya V.V. Smazochnye materialy. Uchebnoe posobie. Moskva: izd-vo MGTU im. Baumana, 2017
4. Instruktsiya laboratornogo komplekta SKF TKGT 1, 2020
5. Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii oborudovaniya tsekhov goryachey prokatki, 2018 AO «Arselor Mittal Temirtau»