

**ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ, ДОРОЖНІ, БУДІВЕЛЬНІ,
МЕЛІОРАТИВНІ МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ**

УДК 621.892

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.147.2014.75129>

**ДОСЛІДЖЕННЯ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПАРИ ТЕРТЯ «РЕБОРДА
КРАНОВОГО КОЛЕСА – РЕЙКА»**

Канд. техн. наук А.М. Кравець, Р.О. Бичек

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПАРЫ ТРЕНИЯ «РЕБОРДА
КРАНОВОГО КОЛЕСА – РЕЛЬС»**

Канд. техн. наук А.М. Кравец, Р.А. Бычек

TESTING OF LUBRICANTS FOR FRICTION PAIR FLANGE CRANE WHEEL – RAIL»

Cand. of techn. sciences A. Kravets, R. Bychek

Наведені результати трибологічних досліджень напіврідких мастильних матеріалів, які пропонується вводити в зону контакту реборд ходових коліс вантажопідіймальних кранів з рейками для зменшення в цій парі сил тертя і тим самим зниження інтенсивності її зношування. Випробування на машинах тертя показали достатньо високі трибологічні характеристики п'яти марок досліджених мастил вітчизняного і закордонного виробництва.

Ключові слова: кран, реборда, рейка, мастильний матеріал, зношування, машина тертя, трибологічні характеристики.

Приведены результаты трибологических исследований полужидких смазочных материалов, которые предлагается вводить в зону контакта реборд ходовых колес грузоподъемных кранов с рельсами для уменьшения в этой паре сил трения и тем самым снижения интенсивности её изнашивания. Испытания на машинах трения показали достаточно высокие трибологические характеристики пяти марок исследованных смазок отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: кран, реборда, рельс, смазочный материал, изнашивание, машина трения, трибологические характеристики.

In cranes one of the pairs of friction, which is subjected to the wear rate is the «flange of wheel – rail». Sufficiently effective in reducing wear of the pair is to supply the nip lubricant.

The results of tribological studies semi Lube proposed to enter into the contact flanges running wheels cranes and rails to reduce this pair of frictional forces, thereby reducing the intensity of its wear. These materials are domestic and foreign production are already being used to solve this problem on the railways in different countries. Tests of friction machines showed relatively high tribological properties of five brands tested lubricants. In tests on a four-ball machine best tribological characteristics showed grease Tramlub F 234 MOD 2 German production and in test of machine SMC-2 - domestic grease «Agrinol Puma-M». But on the whole, the results of testing, all lubricants can be approved for use in the friction pair «flanged crane wheel – rail».

Keywords: crane, flange, rail, lubricant, wear, friction machine, tribological characteristics.

Постановка проблеми. На сьогодні у різних галузях народного господарства України для виконання вантажопідіймальних робіт широко застосовуються мостові крани. Як і в інших машинах подібного типу, в мостових

кранах доволі багато трибо вузлів, від безвідмовної роботи яких залежить загальна ефективність застосування крана в цілому. Одним із таких вузлів є пара тертя «реборда кранового колеса – рейка». Зношування в цій

парі призводить до вимушеного простою кранів та значних втрат часу і фінансів на відновлення її працездатності і крана в цілому. Як свідчать джерела, до 90 % коліс замінюються унаслідок зносу і розвальцювання реборд і до 70 % рейок кранів – внаслідок зносу бічних граней [1]. Особливо актуальною ця проблема є для кранів великої вантажопідйомності або для кранів із значним прольотом, коли дуже важко забезпечити проектну геометрію балок крана і ретельно вивірити положення ходових коліс у плані та профілі.

Аналіз останніх досліджень. Одним із способів боротьби із зношуванням пари тертя «реборда кранового колеса – рейка», який останнім часом набуває все більшого застосування, є введення в зону контакту мастильного матеріалу. Відомі різні конструкції пристроїв для змащування цього трибосполучення із застосуванням мастильних матеріалів різного типу.

Існують пристрої, які наносять мастильний матеріал на бічну поверхню кранової рейки з одного чи двох боків, при цьому застосовуючи мастила класу консистенції за NLGI від 000 до 2, наприклад фірми «BIJUR DELIMON International» [1] або фірми REBS [2], які відрізняються способом подачі матеріалу, а також пристрої, що подають рідкий мастильний матеріал [3]. Також є пристрої, що подають мастильний матеріал на реборду ходового колеса, застосовуючи при цьому напіврідкі мастила класу консистенції за NLGI від 000 до 00, як ті, що виробляються фірмою «BIJUR DELIMON International» [1], або такі, які запропоновані ТОВ «Факел» м. Єкатеринбург [4], що є універсальними, з точки зору виду мастильного матеріалу, і можуть подавати рідке, тверде, консистентне мастило, ревіталізанти, металоплакувальні присадки тощо. Відомі також пристрої для нанесення мастильного матеріалу на реборду кранового колеса, які являють собою стержень із твердого мастила, який постійно притискається до робочої поверхні реборди, стирається об неї і створює тим самим на поверхні тертя захисний шар із низьким коефіцієнтом тертя і високою зносостійкістю [5].

Слід зауважити, що використання наведеного вище методу боротьби із зношуванням у парі тертя «реборда кранового колеса – рейка», крім того, дозволяє за рахунок зменшення сили тертя в даному трибовузілі

знизити шум при пересуванні крана, зменшити споживання електроенергії, зниження навантаження на механізм пересування збільшує довговічність приводного електродвигуна тощо.

Мета статті. Ефективність застосування пристроїв для подачі мастильного матеріалу залежить від багатьох факторів: правильності їх встановлення та налаштування, точного дозування мастильного матеріалу, регулярного обслуговування і контролю працездатності цих систем, стану самого механізму пересування крана тощо. На нашу думку, одним із найважливіших факторів є правильний підбір мастильного матеріалу, який повинен мати в першу чергу високі трибологічні характеристики, відповідати умовам роботи крана (температурним у першу чергу), бути сумісним із матеріалами системи подачі і не створювати корозійного впливу на поверхні коліс і рейок.

У даній статті розглядаються результати дослідження трибологічних характеристик напіврідких мастил вітчизняного та закордонного виробництва з метою виявлення перспективності їх застосування для змащування пари тертя «реборда кранового колеса – рейка». У випробуваннях застосовувалися мастила «Агрінол Рельсол М», «Агрінол Рельсол ГС» та «Агрінол Пума-М» (ТОВ «ПУ НВП Агрінол» (м. Бердянськ) та мастила Locolub ECO і Tramlub F 234 MOD 2 (Fuchs Lubritech GMBH – Німеччина). Ці мастила досить тривалий час застосовуються для змащування пари тертя «колесо рухомого складу – рейка» на залізницях різних країн – України [6], Росії, Німеччини, Австрії та інших.

Основний матеріал. Дослідження названих мастильних матеріалів проводилися на широко відомих машинах тертя СМЦ-2 та ЧКМ.

Випробування на машині ЧКМ проводилися за методикою, передбаченою ГОСТ 9490 [7], згідно з якою як пари тертя виступають сталеві кульки діаметром 12,7 мм, виготовлені із шарикопідшипникової сталі. Випробування складалося із серії визначень, які виконувалися при температурі 20 °С. Кожне визначення проводилося на новій пробі випробуваного мастильного матеріалу із чотирма новими кульками.

Визначення критичного навантаження (рис. 1) показало, що максимальне значення

Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання

цього показника має мастило Tramlub F 234 MOD 2, а мінімальне – «Агрінол Рельсол ГС», і різниця між ними складає орієнтовно 1,7 разу. Значення критичного навантаження для мастил

«Агрінол Пума-М» та Locolub ECO перебувають приблизно на одному рівні і складають орієнтовно 76 % від значення цього показника для Tramlub F 234 MOD 2.

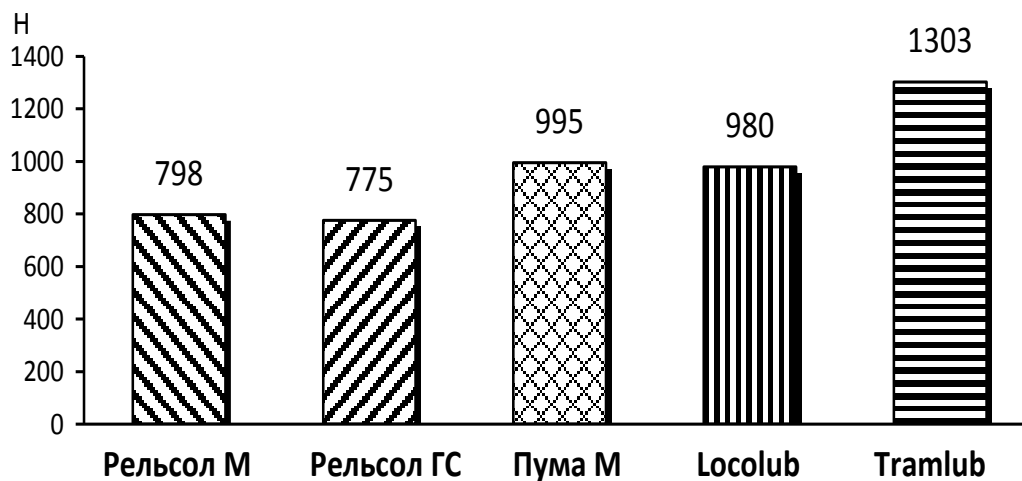


Рис. 1. Критичне навантаження

Визначення **навантаження зварювання** (рис. 2) дало можливість встановити, що найбільшу граничну працездатність має мастило Tramlub F 234 MOD 2, причому його

властивості за цим параметром значно перевищують (не менше ніж на 58 %) можливості інших досліджених мастил.

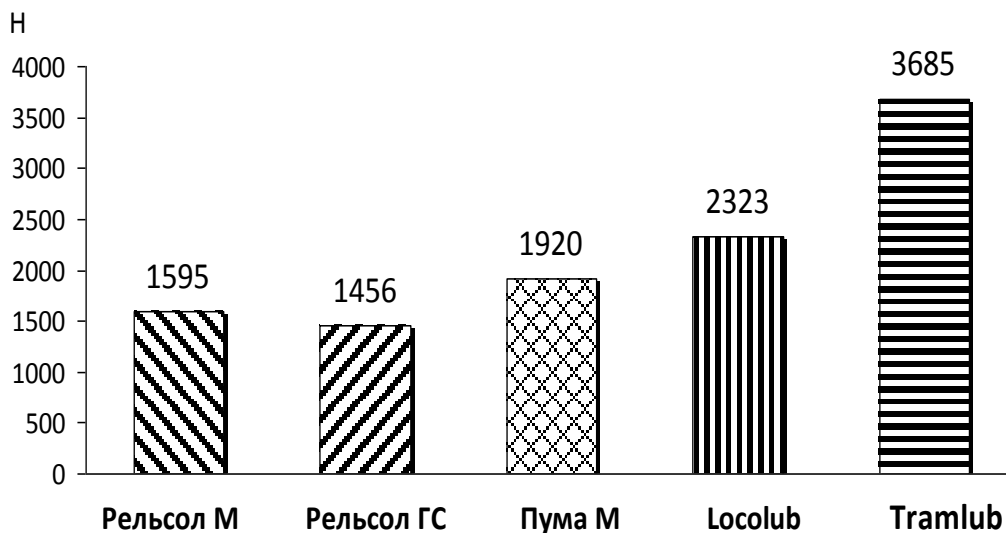


Рис. 2. Навантаження зварювання

Із діаграми, наведеної на рис. 3, видно, що **індекс задиру** більший у мастила Tramlub F 234 MOD 2, але для мастила «Агрінол Пума-М» він несуттєво нижчий і перевищує значення для

мастила Locolub ECO на 7,2 %. При цьому індекс задиру для обох мастил «Агрінол Рельсол» перебуває на рівні набагато нижчому, ніж для інших мастил.

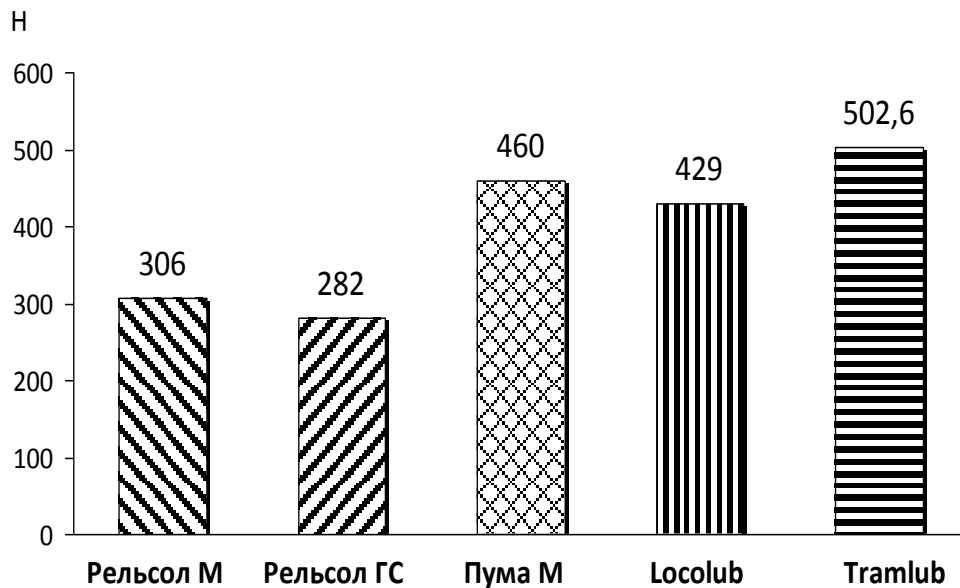


Рис. 3. Індекс задиру

Показник зносу визначали при постійному навантаженні на верхню кульку вузла тертя машини 196 Н. З рис. 4 видно, що краще оберігає пари тертя від зношування мастило Tramlub F 234 MOD 2. Але і інші

мастила мають приблизно такі самі протизношувальні властивості. Тільки мастило Locolub ECO має досить низьке значення цього показника – орієнтовно на 25...30 % нижче, ніж інші мастила.

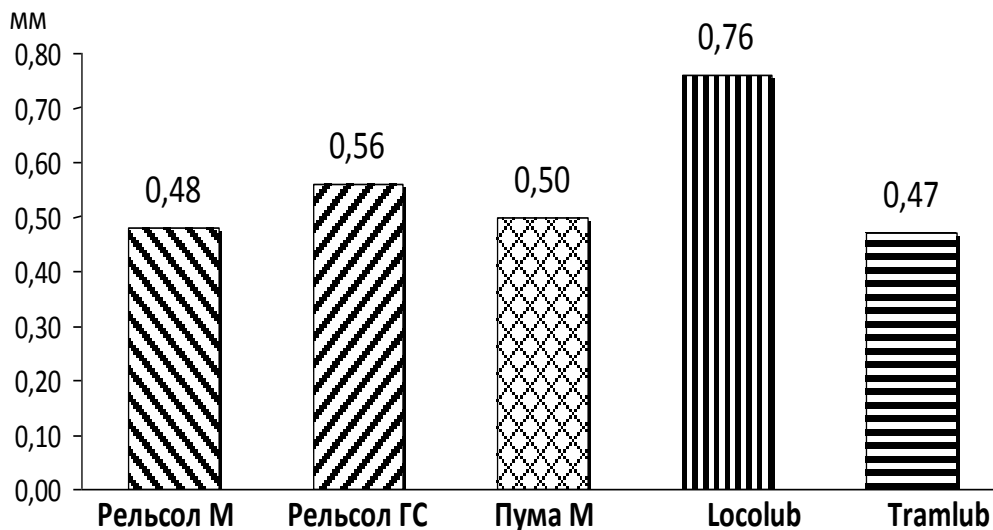


Рис. 4. Показник зносу

При випробуванні на машині тертя СМЦ-2 за загальноприйнятою методикою [8] застосовувалася схема контакту досліджуваних зразків «ролик-колодка» (рис. 5), яка імітує умови роботи нижчих кінематичних пар, що цілком відповідає роботі пари тертя «ребора кранового колеса – рейка». Ролики

виготовлялися із сталі 65Г, термічно обробленої до твердості HB-350, що відповідає твердості поверхні кранових коліс [9], а колодки виготовлялися із сталі 50, термообробленої до твердості 320, що відповідає твердості головки кранових рейок згідно з ГОСТ 4121 [10].

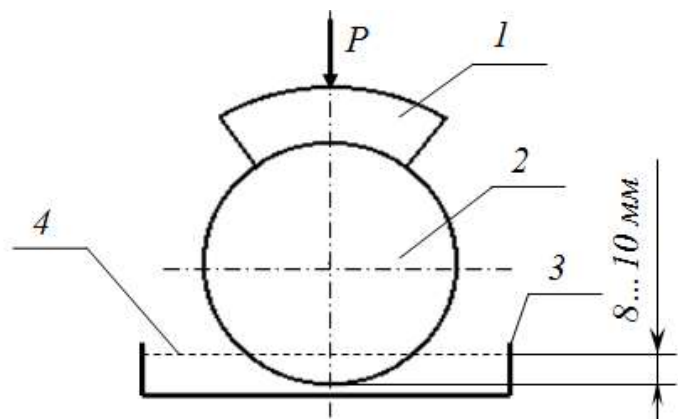


Рис. 5. Схема випробувань на машині тертя СМЦ-2:
1 – колодка; 2 – ролик; 3 – кювета з мастилом; 4 – рівень мастила

Для оцінювання протизношувальних властивостей досліджуваних мастил використувався фактор втрати маси зразками за час випробувань, що визначено лабораторними вагами ВЛР-200. Також протягом випробувань за допомогою інфрачервоного безконтактного вимірювача фіксувалася температура поверхні досліджуваних зразків у зоні виходу їх із контакту.

Режим зміни навантажень у парі тертя при дослідженнях на машині СМЦ-2 наведений у табл. 1.

Досліди повторювалися по чотири рази для кожного мастила, при чому кожного разу на нових зразках та новій порції мастила. Середні результати зношування зразків за кожним мастилом за чотирма дослідями наведені в табл. 2.

Таблиця 1

Режим випробувань за схемою «ролик-колодка»

Навантаження, Н	Час випробувань, хв
0	15
100	15
300	15
500	15
1000	30
2000	270
$\Sigma = 360$ (6 год)	

Таблиця 2

Результати випробувань на машині тертя СМЦ-2

Мастило	Зношення, г		
	колодка	ролик	сумарне
«Агрінол Рельсол М»	0,00910	0,02240	0,03155
«Агрінол Рельсол ГС»	0,01430	0,02515	0,03945
«Агрінол Пума-М»	0,00845	0,02070	0,02915
«Locolub ECO»	0,01710	0,02925	0,04635
«Tramlub F 234 MOD 2»	0,01600	0,02860	0,0446

Характер зміни температури на всіх зразках був однаковий – при зміні навантаження в парі тертя температура дещо зростає, потім стабілізується, і в основний час випробувань на максимальному навантаженні перебуває на майже постійному рівні із незначними коливаннями. При цьому зразки, що змащувалися мастилом «Locolub ECO», мали найбільшу температуру, а ті, що змащувалися «Агрінол Пума-М», – найменшу, хоча різниця між ними склала лише 17,1 %. При змащуванні поверхонь тертя мастилом «Tramlub F 234 MOD 2» їх температура вища на 15...20 %, ніж при змащуванні мастилами «Агрінол Рельсол» та «Агрінол Пума-М». При змащуванні пар тертя мастилами Агрінол різного виду їх температура перебуває приблизно на одному рівні.

Висновки. Проблема зношування реборд коліс мостових кранів і бокових граней підкранових рейок є досить актуальною на сьогоднішній день. Одним із способів боротьби із цим явищем є внесення мастильного

матеріалу в дану пару тертя. Як мастильний матеріал можуть бути застосовані оливи, напіввідки, консистентні і тверді мастила.

Порівняльні трибологічні дослідження деяких напіввідких мастил, які на сьогоднішній день застосовуються для лубрикації аналогічної пари тертя в рухомому складі залізниць, показали деяку неоднозначність. При випробуваннях на чотирикульковій машині тертя, які відрізняються своєю короткотривалістю, кращі показники має мастило на синтетичній основі Tramlub F 234 MOD 2. А от більш тривалі випробування на машині тертя СМЦ-2 показали, що кращі трибологічні характеристики мають мастила на нафтовій основі, особливо мастило «Агрінол Пума-М». Хоча в цілому можна зробити висновок, що всі досліджені мастила можуть бути допущені до застосування у парі тертя «реборда кранового колеса – рейка» і вирішальним параметром мають служити техніко-економічні показники їх застосування.

Список використаних джерел

1. Хорошун, А.А. Применение систем централизованной смазки в крановом хозяйстве [Электронный ресурс]: информация компании «Бижур Делимон Интернешнл» . – Режим доступа: http://bijur-delimon.com/crane_industry.html. – (Дата обращения: 03.09.2014).
2. Система смазки гребней колёс для кранов производства фирмы REBS (Германия) [Электронный ресурс] : информация / ООО «Транстех инжиниринг». – Режим доступа: <http://transtech.by/about.html>. – (Дата обращения 03.09.2014).
3. Модуль смазки реборд колес МСР-4 [Электронный ресурс]: информация / ООО Промышленный Союз . – Режим доступа : <http://promsouz.com/techno25.html>. – (Дата обращения 03.09.2014).
4. Новое решение проблемы износа пары трения «реборда колеса – рельс» [Электронный ресурс]: информация / ПРОМНАВИГАТОР. – Режим доступа : <http://www.promnavigator.ru/innovations/technologies/d4515>. – (Дата обращения 03.09.2014).
5. ССМР - стержневая смазка реборд колес [Электронный ресурс] : информация / ООО «Реал-Дзержинск» . – Режим доступа : http://www.diamond-nanodiamond.com/index.php?id_page=54. – (Дата обращения 03.09.2014).
6. Інструкція з технічного обслуговування систем гребнезмащування локомотивів [Текст]: ЦТ-0153. – Затв. наказом Укрзалізниці від 02.03.2007 № 131-Ц. – К. : Укрзалізниця, 2007. – 39 с.
7. ГОСТ 9490-75. Материалы смазочные, жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине [Текст]. – Введ. 1978-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 8 с.
8. Кравець, А.М. Дослідження протизношувальних властивостей мастильних матеріалів за допомогою машини тертя СМЦ-2 [Текст]: методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Засоби підвищення надійності машин та економії нафтопродуктів» / А.М. Кравець, В.Г. Кравець, Г.М. Афанасов. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 26 с.
9. Александров, М.П. Грузоподъемные машины [Текст]: учебн. для вузов / М. П. Александров. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – Высшая школа, 2000. – 552 с.

10. ГОСТ 4121-96. Рельсы крановые. Технические условия [Текст]. – Введ. 2002-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 9 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Кравець Андрій Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-72. E-mail: kafsprrm2@rambler.ru.

Бичек Роман Олександрович, магістрант Української державної академії залізничного транспорту.

Kravets Andriy, candidate of technical sciences, associate professor, department of construction, travel and cargo handling machines, Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-72.

E-mail: kafsprrm2@rambler.ru.

Bychek Roman, master's student, Ukrainian State Academy of Railway Transport.