

включення та умови пластичності  $\tau_{xz}^2(x, y) + \tau_{yz}^2(x, y) = k^2$  на частині його поверхні, охопленій пластичними деформаціями.

Функція  $\tau(\zeta)$  однолиста в області  $D$  і конформно відображає її на круговий сектор  $|\tau| < k, 0 < \arg \tau < \alpha$  ( $\alpha = \arcsin h/\sqrt{h^2 + l^2}$ ).

Композицією елементарних відображень знаходимо:

$$\begin{cases} \tau = k(t_c - 1)^{\frac{\alpha}{\pi}} (\sqrt{t_c - t} + \sqrt{1 - t})^{-\frac{2\alpha}{\pi}}, \\ \zeta = ih + M \int_1^t \frac{d\eta}{\sqrt{(\eta - t_A)\eta(\eta - t_E)(\eta - 1)}^{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{\pi}}}, \end{cases}$$

тут  $t \in H = \{Imt > 0\}$ ,  $t_c = \left( \left( \tau_0^{\frac{\alpha}{\pi}} + k^{\frac{\alpha}{\pi}} \right) / \left( \tau_0^{\frac{\alpha}{\pi}} - k^{\frac{\alpha}{\pi}} \right) \right)^2$ ,  $M = be^{-i\alpha} \left( \int_{t_c}^0 F(\eta) d\eta \right)^{-1}$

Параметри  $t_A, t_E$  визначаються із системи рівнянь

$$\frac{a}{b} = \frac{\int_{t_E}^0 F(\eta) d\eta}{\int_0^{t_A} F(\eta) d\eta}, \quad \frac{h}{b} = 1 - \frac{\int_{t_A}^1 F(\eta) d\eta}{\int_0^{t_E} F(\eta) d\eta},$$

де  $F(\eta) = |\eta||\eta - 1|^{\frac{\alpha}{\pi} - \frac{1}{2}} |(\eta - t_A)(\eta - t_E)|^{-\frac{1}{2}}$ , розв'язаної методом ітерації.

Довжина смуг пластичного відшарування як функція  $w_0$  визначається за формулами:  $d = b \frac{\int_{t_E}^{t_c} F(\eta) d\eta}{\int_{t_E}^0 F(\eta) d\eta}$ ,

$$w_0 = \frac{Mk}{\mu} (t_c - 1)^{\frac{\alpha}{\pi}} \int_{t_E}^0 \left( \sqrt{t_c - t} + \sqrt{1 - t} \right)^{-\frac{2\alpha}{\pi}} F(\eta) d\eta.$$

Зі збільшенням навантаження частина поверхні кожного включення, охоплена пластичними деформаціями, збільшується, тоді як певна частина поверхні при їх горизонтальних вершинах залишається вільною від пластичних деформацій.

## ЗАПОБІГАННЯ ЗНОШУВАННЮ ФРИКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛЬМІВНИХ ПРИСТРОЇВ БУРОВИХ ЛЕБІДОК

Криштопа Людмила

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

[l.i.kryshtopa@mail.ru](mailto:l.i.kryshtopa@mail.ru)

Інтенсифікація спуско-підйомних операцій з метою збільшення швидкості та глибини буріння призводить до підвищення динамічної і теплової навантаженостей пар тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Дослідження нових конструкційних та експлуатаційних можливостей для запобігання зношуванню фрикційних елементів гальмівних пристроїв бурових лебідок себе майже вичерпали, тому актуальним є вивчення газодинаміки у міжконтактному просторі. Одним із методів запобігання зношуванню фрикційних елементів гальмівних пристроїв бурових лебідок є підвищення допустимої енергонавантаженості пар тертя гальмівних механізмів бурових установок за рахунок підведення газового середовища ззовні до міжконтактного простору фрикційних пар. Деструкція зв'язувальної речовини азбополімерних матеріалів у міжконтактному просторі відіграє важливу роль та, у залежності від видів тертя, механічних та фізико-хімічних властивостей поверхонь тертя, може набувати як додатних, так і від'ємних значень. Надлишковий тиск перешкоджає міграції газу від міжконтактного простору до навколишнього середовища та створює умови для утворення областей зі зменшеним коефіцієнтом тертя. Інжекція газового середовища може відбуватися лише за допомогою адсорбційного ефекту, коли ділянки поверхні тертя вивільняються з контакту, а щільний ефект при цьому вироджується. У стрічково-колодковому гальмі бурових лебідок конструктивно неможливий перекачувальний ефект, але поверхневі та підповерхневі шари ФАПМ, які є композицією з азбесту, бариту і коксоподібної речовини, утвореної при термодеструкції фенолформальдегідної смоли істотно змінюють свої властивості. При температурах вище 400 К розпочинається газовиділення, яке залежить також ще й від геометрії контакту. Порівняння результатів лабораторних та натурних досліджень підтверджує цю закономірність. При лабораторних дослідженнях по газодинаміці, дані, одержані в інтервалі 370-600 К, відрізняються від результатів, одержаних при натурних дослідженнях. Таку відмінність можна пояснити тим, що в лабораторних умовах вимірювання тиску проводився по капілярах малого перерізу, що призводило до падіння тиску по його довжині, а також відмінністю динамічних навантажень, що впливають на пари тертя гальма і в лабораторній установці, що забезпечує статистичний режим. Одержані результати підтверджують висновок про те, що в процесі тертя ФАПМ переважають фізико-хімічні процеси деструкції, які призводять до виділення газоподібних продуктів. На підставі проведених лабораторних і стендових досліджень вивчені газодинамічні ефекти, що мають місце в міжконтактному просторі фрикційних пар стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Встановлено, що при важконавантажених режимах тертя, за яких працюють гальма бурових установок, в міжконтактному просторі створюється надлишковий тиск. Аналіз результатів досліджень показав необхідність примусового введення газового середовища в міжконтактний

простір з надлишковим тиском, який повинен перевищувати тиск газоподібних продуктів деструкції зв'язувальної речовини азбополімерних матеріалів. Розроблена система і методика підведення газового середовища, наприклад, вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання на фрикційний контакт з метою підвищення довговічності гальма. Тому актуальним завданням є розробка спеціального математичного апарату для розрахунку характеристик газодинамічних ефектів, що мають місце в міжконтактному просторі фрикційних пар стрічково-колодкових гальм бурових лебідок (надлишкового тиску, питомих навантажень, коефіцієнтів тертя, коефіцієнтів взаємного перекриття, тощо) для забезпечення зменшення зносу пар тертя та зниження поверхневих і об'ємних температур фрикційних елементів гальмівних механізмів.

## Література

- [1] Криштопа Л.І. Вплив газодинаміки у між контактному просторі на міграцію газового середовища ззовні. / Л.І. Криштопа, І.М. Богатчук // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – Хмельницький, 2015. – № 3. – С. 113-117.
- [2] Криштопа Л.И. Газодинамика в межконтактном пространстве при деструкции связующего асбополимерного материала. / Л.И. Криштопа, И.М. Богатчук, И.М. Мыктыгий // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – Хмельницький, 2015. – № 4. – С. 32-36.
- [3] Криштопа Л.І. Підвищення зносостійкості стрічково-колодкових гальм бурових лебідок шляхом подачі відпрацьованих газів до між контактному простору фрикційних поверхонь. / С.І. Криштопа, Л.Д. Пітулей // Прикарпатський вісник НТШ. Число. – Івано-Франківськ, 2016. – №1 (33). – С. 309-319.

## ПРО РОЗВИТОК ДОСЛІДЖЕНЬ З ТЕРМОМЕХАНІКИ ТЕРМОЧУТЛИВИХ ТІЛ В ІППММ ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ

Кушнір Р. М., Попович В. С.

Про розвиток досліджень з термомеханіки термочутливих тіл в ІППММ  
ім. Я.С. Підстригача НАН України

kushnir@point.lviv.ua

У повідомленні проаналізовано розвиток досліджень з термомеханіки термочутливих тіл (із залежними від температури фізико-механічними характеристиками) в Інституті прикладних проблем механіки і математики (ІППММ) ім. Я.С. Підстригача НАН України, які були започатковані академіком Я.С. Підстригачем і професором Ю.М. Коляном у 70-80-х роках минулого століття. Ці дослідження стосуються формулювання математичних моделей та розроблення науково обґрунтованих методів розрахунку