

ВНЕСОК М.П.ПЕТРОВА В РОЗРОБКУ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ТЕОРІЇ ЗМАЩУВАННЯ

Е.Ю. Алісва

З ім'ям Миколи Павловича Петрова (1836-1920), визначного інженера-залізничника пов'язане створення однієї з найважливіших теорій технічної науки – теорії тертя в машинах. Питанням тертя в машинах М.П.Петров присвятив 21 працю. З цих робіт, які публікувались протягом 1882-1905 рр., найбільш об'ємна – „Тертя в машинах і вплив на нього змащувальних рідин”(1883). Ця робота отримала широке визнання в науково-технічному світі і зробила М.П.Петрова „батьком гідродинамічної теорії змащування” [1].

Народився М.П. Петров 25 (14) травня 1836 р. в м. Трубчевську Орловської губернії (тепер Російська Федерація) у родині військового. За сімейною традицією готувався до військової кар'єри, до вступу в Інститут інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі [2]. Однак туди він не поступив, а став навчатися у Військово-інженерній академії. Слухав лекції з математики і механіки у знаменитого математика М.В.Остроградського. Перші кроки у вивченні прикладних дисциплін М.П.Петров зробив під впливом і керівництвом І.О.Вишнеградського. Тому його дослідження позначені суворим математичним трактуванням. Його вміння пов'язати теорію і практику заклали основу наукового підходу до складних явищ, які відбуваються у вузлах тертя і об'єму змащувального матеріалу [2].

Загалом, наукова діяльність М.П. Петрова була пов'язана в основному із залізничним транспортом. Свою інженерну діяльність він розпочав в 1873 р. на посаді ревізора у «Головному товаристві російських залізниць» і закінчив в 1900 р. на посаді керуючого інженерної ради Міністерства шляхів сполучення [4]. У 1883 р. в «Інженерном журнале» була надрукована робота М.П.Петрова „Тертя в машинах і вплив на нього змащувальної рідини”, яка встановила основу раціональної теорії змащування, даючи початок цілій науці, яка називається тепер „гідродинамічною теорією змащування” [5].

Величина сил тертя, які зростають при обертах шипа (циліндра) в укладку (підшипнику), залежить від закону руху змащувальної в'язкої рідини (мастила). В 80-90-х рр. ХІХ ст. закони руху в'язких рідин були мало вивчені і думки вчених розходились навіть у розумінні основного фізичного закону тертя. З цієї причини перша частина роботи М.П.Петрова присвячена з'ясуванню і експериментальному підтвердженню фізичного закону, який потрібно було прийняти для підрахунків простих напруг (простих сил тертя). Обробка великої кількості експериментальних досліджень закордонних вчених (Гагена, Кулона, Жирара, Пуазейля та ін.) і власні дослідження, які Микола Павлович здійснював в лабораторії Тех-

нологічного інституту у Петербурзі, дали можливість зробити висновки, що величина сил тертя, які збільшуються всередині рідини, дотримується наступних закономірностей:

1. Сила тертя пропорційна швидкості відносного руху і поверхні зіткнення, вона не залежить від тиску, а коефіцієнт пропорційності залежить тільки від властивостей рідини.

2. Коефіцієнт внутрішнього тертя досить сильно залежить від температури. Ця залежність визначається для кожного виду змащувальної речовини експериментальним шляхом [5].

Встановивши закон місцевого тертя, Микола Павлович переходить до вивчення законів руху в'язкої рідини в змащувальному шарі. М.П. Петров припускаючи, що змащувальний шар заповнить простір між двома циліндрами, які мають одну і ту саму геометричну вісь, склав рівняння руху в'язкої рідини у просторі між двома коаксіальними циліндрами і об'єднав їх; він відкрив закон розташування швидкостей в змащувальному шарі. Використовуючи гіпотезу І.Ньютона, легко потім знайти момент сил тертя відносно осі обертання циліндра. Підрахунки, зроблені М.П. Петровим, дозволили встановити закон для сили тертя, в якому він стверджує, що при постійній температурі змащувальної рідини сила тертя двох циліндрів, що змащуються, пропорційна коефіцієнту внутрішнього тертя рідини поверхні взаємного дотикання твердих тіл, що труться, і пропорційна відносній швидкості цих тіл на їх поверхні дотикання; вона зворотно пропорційна сумі, яка складається з товщини шару змащувальної рідини і з суми відношення коефіцієнту внутрішнього тертя до коефіцієнта зовнішнього тертя рідини при даній температурі. Цей закон гідродинамічної теорії змащування відомий як „закон Петрова” [5].

Розробку гідродинамічної теорії тертя – наріжний камінь в теорії гідродинамічного змащування, М.П.Петров почав з глибокого аналізу всіх робіт з опору рідин – від „Математичних начал натуральної філософії” І.Ньютона до досліджень Д.І.Менделєєва „Про опір рідин і повітроплавання”. Цей аналіз займає майже половину роботи „Тертя у машинах і вплив на нього змащувальної рідини”; він дозволив М.П.Петрову встановити закон внутрішнього тертя рідини. Саме М.П.Петров у своїй роботі отримав аналітичний вияв гіпотези І.Ньютона про пропорційність внутрішнього тертя рідини першого ступеня відносно швидкості руху шарів при ламінарному потоці [4].

М.П.Петрову вдалося питання про силу тертя двох добре змащувальних поверхонь розвинути з позиції гідродинаміки і внутрішнього тертя. Ним було показано, що при правильному підборі в'язкості масла поверхні, які труться, розділяються шаром змащувального матеріалу і зовнішнє тертя змінюється внутрішнім тертям його шарів. При цьому різко зменшуються втрати потужності на тертя, зношування деталей та їх температура, підвищуються надійність і довготрива роботи механізмів. У відповіді-

дності з цією теорією потрібно, щоб в умовах експлуатації машин добуток швидкості руху на в'язкість мастила зберігався постійним, тобто при малих швидкостях в'язкість повинна бути високою, а при підвищених – низькою. Гідродинамічна теорія змащування дозволила правильно підібрати згідно в'язкості нафтові мастила, які на початку ХХ століття повністю витиснули з ужитку рослинні [1].

Теорія гідродинамічного змащування, М.П.Петрова стала яскравим етапом у розвитку науки про тертя, зношування і змащування. Створена теорія тепер об'єднує такі напрями, як еластогідродинаміка, реологія змащування при еластодинамічному і граничному терті, пластогідродинаміка [4].

М.П. Петров виступив в цій області механіки як початківець цікавих і практично важливих ідей. Він перший підняв питання про те, що явище тертя в підшипнику підпорядковується закону внутрішнього тертя змащувального матеріалу, і підтвердив свою точку зору теорією і дослідом [5].

Результати цих досліджень не тільки підтвердили правильність теорії, але й дозволили встановити різноманітні якості і змащувальної стійкості мастил, які в залежності від виду мають значні розходження у величинах коефіцієнтів тертя [3].

Взявши статистичний звіт про залізничні перевезення за 1883 р., М.П.Петров підрахував, що при використанні рекомендованих ним сумішей змащування, які дають значне зменшення сил тертя в порівнянні із змащуваннями, які застосовуються, можна заощадити 3 млн. пудів вугілля, вартість яких складала тоді біля півмільйона карбованців золотом.

На протязі наступних років М.П. Петров написав з питань тертя і гідродинамічної теорії ще ряд статей, особливо до застосування в роботі залізничного транспорту [3].

У 1884 р. за свою роботу з тертя в машинах Микола Павлович Петров отримав Ломоносівську премію Петербурзької Академії наук [5].

Хоча пройшло вже багато років, як М.П.Петров розробив свою теорію, але вона дотепер залишається основою всіх теоретичних і практичних робіт в ділянці тертя і важливих досягнень теоретичної механіки [3].

Література

1. Фукс Г.И., Фукс И.Г. К 100-летию гидродинамической теории смазки Н.П.Петрова //Химия и технология топлив и масел. – 1984. - №1. – С. 42 – 44.
2. Зензинов Н.А., Рьжак С.А. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. – Москва: Транспорт, 1978. – С. – 79 – 93.
3. Третьяков А. Выдающийся русский ученый Н.П.Петров // Железнодорожный транспорт. – 1948. - №8. – С. 76 – 81.
4. Бургвиц А.Г. Труды Н.П.Петрова и гидродинамическая теория смазки // Трение и износ. – 1984. – Т. 5, №3. – С.531 – 537.
5. Космодемьянский А.А. Очерки по истории теоретической механики в России // Ученые записки Московского государственного университета. – 1948. – Т. 2, вып. 122. – С. 247 – 249.