



Varia

Трибология – същност и значение. Трибологията в геоложките процеси

Евгения Кожухарова

Геологически институт, БАН

Tribology – definition and significance. The tribology in the geological processes

Evgenia Kozhouharova

Geological Institute, BAS

Въведение

Трибологията е нова интердисциплинарна наука, изучаваща процесите на триене и взаимодействието на телата в зоните на контакта. Триенето е универсално явление, както в природата, така и в човешката практика. Още първобитните хора са познавали силата на триенето – чрез него те са получавали огън, стривали са зърна за храна, със съпротивителната сила на триенето е трябвало да се справят, влачейки товарите си.

В епохата на техниката триенето придобива ново значение и става обект на специално внимание. Механиката е първата наука, започнала системно изследване на процеса триене. Изучават се факторите, влияещи върху параметрите на триене: силата на тежестта, скоростта, съпротивлението, физико-механичните свойства на триещите се тела и следствията върху трансформацията на механичната енергия и измененията на материята в зоните на контакта. Процесът на триенето става изследователски обект също за физиката, химията, машиностроенето, транспорта, минното дело, анатомията, космическите изследвания и други.

Настоящата работа цели да насочи вниманието на геоложката общественост към принципите на трибологията и възможното им приложение при интерпретацията на геоложките и по-специално на метаморфните процеси, както и да се предостави кратка информация за състоянието на трибологията у нас.

Цел и задачи на трибологията

Трибологията се обособява като самостоятелна наука едва във втората половина на XX век. Рождената дата е 09.03.1966 г., когато лондонският професор Питър Джост (H. Peter Jost) в свой доклад обозначава с термина *трибология* (от гръцките думи трибос – триене и логос – наука) науката за триенето. Идеята е приета с одобрение и през следващите години в редица страни се обособяват изследователски групи и излизат редица трудове върху феномена триене.

Обектът на трибологията в началния етап на нейното обособяване, когато тя все още е част от механиката, е дефиниран в по-тесни рамки: триене, износване и смазване. С разширяване на теоретичните познания за процеса на триене и осмислянето на неговата същност акцентът започва да се поставя върху взаимоотношенията на телата в зоната на контакта и създаването на нов веществен продукт, а самото триене се разглежда като вторична изява, една от многото характеристики на контакта. В съвременен аспект трибологията се възприема като наука, изучаваща контактните взаимодействия между две тела, пораждащи триене. В резултат на това се създава трето *контактно тяло*, което дори се определя като основен обект на трибологията (Манолов, 2003; Манолов, Кандева, 2004). Контактното тяло обхваща комплекса от изменения и трансформации на субстрата в контактната зона. Тази постановка на трибологичния проблем разширява значително неговия обем спрямо механиката и превръща трибологията в интердисциплинарна наука, намираща място както в техниката, така и във всички природни науки, анатомията и дори в социалната и духовна сфера.

Бъдещите задачи на трибологията са насочени към утвърждаването ѝ като централна интердисциплинарна наука в областта на човешкото знание и все по-дълбокото ѝ навлизане в проблемите на контактните взаимодействия на телата на ниво нано- и микрообекти.

Трибология – трибохимия – трибометаморфизъм

Важен клон от трибологията, който има непосредствено значение и за геологията е трибохимията. Последната се обособява твърде наскоро след официалното номиниране на трибологията и бележи бързи успехи. Трибохимията проследява измененията на материята и енергията в контактната зона на триене от появата на първите еластични деформации, последвани от пластични и деструктивни на макро- и микро ниво. Особено внимание се отделя на дефектите в кристалната решетка, като начален белег на трибодформациите, които впоследствие преминават

в разрушаване на минералите, разкъсване на кристалохимичните връзки, електронна дисперсия и хибридизация. В резултат на това се повишават неколкостепенно температурата и налягането, а не рядко в отделни повърхности или в отделни точки – взривообразно. Това може да резултира в стопяване на веществото или в появата на нова високотемпературна и високобарична минерална асоциация. Важна особеност на температурата и налягането е действието им само в ограниченото пространство на трибозоната (което е съпоставимо с режима в автоклавите) и бързото им спадане извън нея. Многобройни експерименти проследяват зависимостите между температурата и налягането от една страна и редица физически параметри като теглото, скоростта, физико-механичните свойства на триещите се тела, съпротивлението, степента на неравност на повърхнината на триене, съдържанието на вода в средата, химичния състав на контактиращите тела и други. В резултат на комбинираното действие на различните фактори се създава нов продукт, нова минерална фаза или т.нар. контактното тяло. Отбелязва се като особено свойство на контактното тяло в трибозоната високата степен на свободна енергия и химическа активност на компонентите, водещи до бързи реакции и кристализация, като начин за релаксация на системата.

Едни от първите обстоятелствени монографии, посветени на проблема са: „Трибохимия“ от Г. Хайнике (1984) и „Механични методи за активизация на химичните процеси“ от Е. Г. Авакумов (1986). В тях се разглежда въздействието на триенето върху природни неорганични вещества каквито са минералите, включващо деструктивните деформации в кристалите и създаването на нови минерални фази.

Връзката между трибохимията и геологията или по-точно между трибохимията и метаморфизма е повече от очевидна, въпреки, че трибопроцесите не са получили заслужаващото внимание в проблематиката на метаморфната геология. Известно е, че при тектонските процеси в земната кора – разломяване, нагъване, навличане, сръзване и др., се създават разнообразни зони в различни мащаби, където скални пластини или отделни минерали попадат в динамични контактни взаимоотношения, предизвикващи триене. Представата за триене обикновено се свързва с навлачни скални пластини, плъзгащи се върху стабилна основа. Многобройни са обаче зоните на разрыв или сръзване, които се формират при нагъвателните процеси в земната кора. Те са локализирани най-често по литоложките контакти между скали с различни реоложки свойства. Във фанерозойските и в прекамбрийските метаморфни комплекси е установен целият спектър от деформации по разрывните зони, както между големи скални блокове или пластини, така и в интерламинарните пространства на слоистите скали. В геоложката литература изобилстват описания на разнообразни по характер крехки и пластични деформации на скали и минерали. Обикновено се изследват деструктивните ефекти на динамометаморфизма – брекчиране, катаклаз, милонитизация, разчупване, огъване, разпадане на минералите на домени. Много по-рядко, обаче се обръща внимание на конструктивните резултати от триенето, изразени в метаморфната прекристализация на диспергираните в контактната зона материал. А примерите за това в природата са достатъчно чести. В милонитизираните мрамори от Централните Родопи много често се наблюдават зародиши на нова кристализация; вътрешни вторични повърхнини на триене и прекристализация при навлаци, изградени от фанерозойски седиментни скали, които са маркирани от финокристални индивиди на рутил, гранат и цоизит, свидетелстващи за повишени температура и налягане в ограничено пространство от порядъка на 0,1 mm; в съвременни движещи се навлаци от Тянь Шан отделни вътрешни вторични повърхнини на триене са обогатени с микрокристални иглести рутили, кристализирали почти в повърхностни нива. Тези няколко лично наблюдавани примера са свидетелство за постдеструктивна кристализация при повишени температура и налягане в ограничено пространство на трибозоната, която е от порядъка на 0,01–0,1 mm.

Класически пример в това отношение са еклогитите, отдавна считани за индикатори на високобарична метаморфна кристализация. Поради факта, че те обикновено се намират сред скали от по-нисък среднобаричен метаморфен фацес, мястото на образуването им се търси в дълбочинни, дори в мантийни нива, основавайки се само на литостатичното налягане. Но нито едно подобно тълкуване не дава смислен отговор за механизма на тяхното попадане отново в земната кора. Ако тежките еклогитови образувания сами се издигат като чужди тела, по необясним начин прекосявайки по-леките материали на земната кора, по силата на къкъв тропизъм те се настаняват по определени стратиграфски хоризонти сред сродни на тях скални асоциации, както например са офиолитовите такива. Ако пък цял един скален масив е попаднал чрез субдукция до мантийни дълбочини, как той се появява на земната повърхност със запазен вътрешен строеж, стратиграфия и без белези на цялостно разрушение и стопяване на големи части от него и още редица други необясними факти като повторната диафореза и т.н. Хипотезата за ексхумацията, освен, че не е доказана фактологически, но страда от вътрешна логика и пълно разминаване с наблюдаваните геоложки факти. Например разкритата част на кристалинния комплекс в Родопския масив, със своята добре запазена стратифицираност и гънкова синметаморфна структура, не показва никакви признаци за потъване по субдукционна зона до мантийни дълбочини и отново издигане (ексхумация) до горните отдели на кората, както считат някои изследователи у нас. Освен неубедителния, фантасмагоричен механизъм на издигане, съществуват още редица петроложки данни, противоречащи на подобна представа, които в този кратък преглед, само набелязващ проблема, не е възможно разгърнато изложение. Теорията на трибологията, обаче в частност – трибохимията, предлагат напълно удовлетворително обяснение за процеса на създаване на еклогитите в зони на триене в пределите на земната кора (Кожухарова, 2006; Kozhoukharova, 2008).

Логичен отговор намират също въпросите за хетерофащиалността на еклогитите спрямо околните скали, привързаността им към определени зони на активна тектоника и същевременно към скали със същия химичен състав, което показва тяхното образуване *in situ*.

Съпоставяйки знанията за тектонските и динамометаморфните процеси в кристалинните комплекси с теоретичните и експериментални открития на трибологията, с пълно основание можем да прилагаме принципите на последната при генетичните интерпретации на редица метаморфни скали. В този смисъл е обосновано въвеждането на термина *трибометаморфизъм*, т.е. метаморфизъм, който се развива в зоните на триене в два главни етапа: деструктивен (разрушение) и конструктивен (прекристализация). Трибометаморфизмът трябва да се възприема като специфична локална проява на регионалния метаморфизъм и заслужава едно по-задълбочено внимание от страна на българските изследователи на метаморфните комплекси.

Кратък преглед на развитието на трибологията в България

В България процесите на триене като специфична част от механиката, започват да се изследват целенасочено в Лабораторията по „Контактна механика“, основана през 1963 г. от проф. д-р Георги Данов към Техническия университет, София. Диференцирането на трибологията като самостоятелна наука формално става през 1974 г., с трансформирането на Лабораторията по „Контактна механика“ в „Лаборатория по трибология“, с ръководител проф. Нягол Манолов. Тя скоро се превръща в Национален координационен център по трибология. Десет години по-късно, през 1984 г. България става редовен член на Международния съвет по трибология със седалище в Лондон, а през 1993 г. се учредява гражданското сдружение

Общество на триболозите в България (ОТБ) и Балканска трибологична асоциация (БТА) с център София и първи президент проф. д-н Н. Манолов. Балканската трибологична асоциация, в която участват България, Гърция, Македония, Румъния, Сърбия и Турция, провежда редовни конференции през три години. През настоящата 2008 г. се състоя Юбилейната VI конференция в гр. Созопол – „Балкантриб 08“ (Assenova, Kandeва, 2008), с която се отбелязва 15 години от създаването на Балканската трибологична асоциация. Конференцията беше организирана от Техническият Университет – София (Машинно-технологичния факултет) и ОТБ. Присъстваха делегати и гости от членовете на БТА: България, Гърция, Румъния, Сърбия, Турция, също от Австрия, Белгия, Белорус, Италия, Полша, Русия, САЩ, Франция, Хърватска, Швейцария. Изнесени бяха около 130 доклада, разпределени в 9 секции:

- Фундаментални и интердисциплинарни аспекти на трибологията
- Трибология и манифактурни процеси
- Трибология в машините и машинните елементи
- Трибохимия и механохимия
- Смазване, смазки и издръжливост
- Трибология на покриването, повърхностите и материалите

Литература

- Авакумов, Е. Г. 1986. *Механически методи активации химических процессов*. Новосибирск, Наука (Сибирское отделение), 304 с.
- Кожухарова, Е. 2006. Еклогитизация в корови условия на примера на Родопския масив. – В: *Сборник разширени резюмета „Геонауки 2006“*. С., Бълг. геол. д-во, 169–172.
- Манолов, Н. 2003. *Трибология и интердисциплинарност*. С., ТЕМПО, 387 с.
- Манолов, Н., М. Кандева. 2004. *Обща трибология*. С., Изд. „Св. Иван Рилски“, 480 с.
- Манолов, Н., Е. Асенова, М. Кандева. 2007. *Концепция за*

- Нано- и микротрибология
- Биотрибология и аспектите на околната среда в трибологията
- Триботестване и трибосистеми на мониторинг.

Днес Лабораторията по трибология продължава и непрекъснато разширява своята дейност в областта на изследванията, обучението на специалисти, образованието и популяризацията. Изработена е съвременна концепция за развитие на трибологията (Манолов и др., 2007). Последната е включена в номенклатурата на науките под номер 01.02.02., публикувано в Държавен вестник бр. 34/1990. Учреден е семинар „Трибология и интердисциплинарност“, с ръководител д-р Мара Кандева и Национален експертен съвет по трибология като клон на Интердисциплинарната гражданска академия (ИНГА). Част от издателската дейност на ИНГА е списание „Контакти“ (главен редактор проф. д-н Н. Манолов), което вече седма година дава трибуна на различни идеи в областта на интердисциплинарността, в частност на контактните взаимодействия на телата.

Отделни групи, разработващи проблемите на трибологията, се създават също в някои от научните институти към БАН и редица ВУЗ-ове в столицата и провинцията.

- развитието на трибологията в България*. С., Изд. „Св. Иван Рилски“, 178 с.
- Хайнике, Г. 1987. *Трибохимия*. М., Мир, 580 с.
- Assenova, E., M. Kandeва. 2008. State and outlooks of Bulgarian Tribology. – In: *Plenary papers and abstracts of the 6th International Conference on Tribology „Balkantrib’08“*. Sozopol, Bulgaria, 19–23.
- Kozhoukharova, E. 2008. Application of tribo-principles in Geology. An example for tribochemical genesis of eclogites. – In: *Plenary papers and abstracts of the 6th International Conference on Tribology „Balkantrib’08“*. Sozopol, Bulgaria, 82; www.tribology-bg.com.