

ПРОЦЕСИ НА МЕЖІ РОЗДІЛУ ФАЗ

С.В. Міненко, канд. техн. наук, доц.,

К.В. Сологуб, студ.,

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

На практиці ми завжди маємо справу з поверхнею розділу між двома контактуючими фазами, на властивості якої впливають зміни в будь-якій з фаз.

Відповідно з трьома станами речовини (твердий, рідкий, газоподібний) можна виділити наступні типи поверхні розділу: тверде тіло – тверде тіло (ТТ–ТТ); тверде тіло – рідина (ТТ–Р); рідина – рідина (Р–Р); газ – рідина (Г–Р); газ – тверде тіло (Г–ТТ).

Таким чином, будь-яка гетерогенна система володіє поверхнею розділу фаз і характеризується поверхневою енергією. Впливаючи на поверхню розділу адсорбованими поверхнево-активними молекулами, змінюючи її енергію; можна управляти фізико-хімічними процесами, що відбуваються на межі розділу фаз.

Межа розділу фаз тверде тіло-тверде тіло. На такій границі відбувається процес взаємодії (адгезія) між конденсованими тілами при їх контакті. На практиці – це адгезія частинок, плівок, лакофарбових покриттів і структурованих пружно-пластичних мас, наприклад бітумів, смолястих відкладень, отверділого клейового шару і т. д. до твердої поверхні.

При приведенні в контакт поверхонь двох твердих тіл (спряжень, трибоспряжень) на межі розділу виникає зчеплення.

Це зчеплення може бути відносно слабким, якщо воно виникає як наслідок фізичного тяжіння; одного тіла до іншого, або дуже сильним за рахунок хімічних зв'язків. При прикладанні стискаючого навантаження ймовірність виникнення міцного зчеплення підвищується.

Для двох, атомно-чистих контактуючих поверхонь сили тяжіння між твердими тілами достатні, щоб забезпечити, міцне зчеплення завдяки електронній природі їх поверхонь. При цьому адгезійний зв'язок діє на площі фактичного контакту.

При тангенціальному відносному русі поверхонь відбувається розрив адгезійних зв'язків. В реальних умовах ці зв'язки рідко рвуться на поверхні контакту, частіше це відбувається в тілі з більш слабким когезійним зв'язком. Матеріал останнього переноситься на сполучену поверхню контртіла, відбувається зношування, обумовлене адгезією. В деяких системах адгезійне зношування проявляється і без відносного тангенціального переміщення поверхонь. Класичним прикладом таких систем є роз'ємні та розривні електричні контакти.

В узагальненому законі тертя; запропонованому Б.В. Дерягіним, враховуються як зовнішнє навантаження; так і; адгезія на взаємодія:

$$F_{mp} = \mu(F_{ad} + F_0), \quad (1)$$

$$F_0 = P_S S$$

де F_{mp} – сила статичного тертя;

F_{ad} – сила адгезії;

F_0 – сила взаємодії контактуючих поверхонь;

μ – коефіцієнт тертя;

S – площа істинного контакту;

P_S – тиск, викликаний силою F_0 , яке діє на площу S .

Дослідження А.С. Ахматова підтвердили, що перший член в рівнянні (1) обумовлений силою адгезії. Коефіцієнт тертя можна представити у вигляді:

$$\mu = \mu_{ad} + \mu_P \quad (2)$$

де μ_{ad} і μ_r – коефіцієнти тертя за рахунок адгезії і тиску.

Границя розділу фаз тверде тіло - рідина. Тверді поверхні обмежують рідку фазу, визначають її форму і обумовлюють появу кордону розділу. При контакті рідини з твердою поверхнею виникає адгезія на взаємодія. Одночасно рідина змочує цю поверхню.

Адгезійна взаємодія між рідкою і твердою фазами поширюється на невелику відстань вглиб рідини. Це відстань вимірюється розмірами молекул. У міру відходу шару рідини від поверхні твердого тіла адгезійна взаємодія зменшується, поступаючись когезійній взаємодії. При видаленні рідини з твердої поверхні можливий або адгезійний відрив на межі рідина-тверде тіло, або когезійний відрив, коли порушується межа рідина-рідина. У деяких випадках має місце адгезійно-когезійний відрив.

На практиці зустрічаються два типи взаємодії рідини з твердим тілом: адгезія обмеженого об'єму рідини, тобто адгезія краплі, і адгезія великої кількості рідини (рідина в ємності, плівка рідини на поверхні твердого тіла і т.д.).

Адгезія і змочування – дві сторони одного і того ж явища, що виникає при контакті рідини з твердою поверхнею. Адгезія обумовлює взаємодію між твердим тілом і рідиною що знаходиться в контакті з ним, змочування виникає в результаті цієї взаємодії.

Адгезія визначається взаємодією на межі розділу фаз, залежних від величин їх питомих вільних поверхневих енергій. Поверхня рідини може мимоволі скорочуватися, що вказує на наявність цієї енергії, яка визначається роботою, яку необхідно затратити на утворення одиниці нової поверхні рідини.

Адгезія і змочування твердої поверхні лежить в основі багатьох процесів. Змочування поверхні металу викликає негативний процес електрохімічної корозії. При боротьбі з зносом велике значення має адгезійна взаємодія мастила з поверхнями спряжень. Залежно від призначення мастильних матеріалів змочування або твердих поверхонь повинно бути різним. Для змащування приладів необхідно збереження мастила протягом декількох років. Такі мастила повинні розтікатися по твердій поверхні, повинні міцно фіксуватися в трибоспрямленні і витримувати значні навантаження. При застосуванні мастильних матеріалів для зменшення тертя між рухомими плоскими поверхнями необхідно найбільш повне розтікання мастила. Такі поверхні повинні добре змочуватися, адгезійна взаємодія між мастильним матеріалом і твердою поверхнею повинна бути максимальним. Змочування і адгезія рідин в умовах сільськогосподарського виробництва мають велике значення при обприскуванні хімікатами рослин.

Границя розділу рідина-рідина. На границі між двома незмішуваними рідинами виникає прикордонна фаза, що володіє поверхневою енергією, яка визначається складом обох гомогенних рідких фаз.

Поверхневий натяг на межі двох незмішуваних рідин – це міжфазний поверхневий натяг. Так як рідини не є абсолютно незмішувальні, то необхідно завжди брати до уваги їх взаємну розчинність. У випадку двох повністю взаємно розчинних рідин прийнято вважати, що між фазний поверхневий натяг дорівнює нулю.

За правилом Антонова міжфазний поверхневий натяг двох рідин, що знаходяться у взаємній рівновазі, пов'язаний з поверхневим натягом:

$$\sigma_{ab} = \sigma_a - \sigma_b \quad (3)$$

де σ_{ab} – поверхневий натяг на поверхні розділу двох рідин;

σ_a і σ_b – відповідно поверхневий натяг рідин a і b на поверхні розділу двох рідких фаз.

На практиці застосування знайшли емульсії, що представляють собою систему з двох рідких фаз, одна з яких дисперсійне середовище або безперервна фаза. З однієї пари незмішуваних рідин можна отримати дві емульсії, причому одна з них буде зворотною формою іншої емульсії у відношенні преривної і безперервної фаз. Об'ємне відношення фаз рідко перевищує 1:1000, і злипання крапель при зіткненні внаслідок теплового, тобто броунівського руху, відбувається зазвичай порівняно швидко.

При додаванні емульгаторів об'ємне відношення дисперсної фази збільшується і емульсія стає більш стійкою. Емульгатори можуть збільшити стабільність емульсії двома способами:

- утворюючи навколо дисперсної фази плівку, яка своєю механічною міцністю перешкоджає злипанню при зіткненні;
- знижуючи міжфазну поверхневу енергію до малих величин і зменшуючи тим самим прагнення до злипання.

Емульгатор повинен знаходитися на межі розділу між двома рідинами, надавати їй механічну міцність і впливати на міжфазний поверхневий натяг, знижуючи його.

Основне застосування емульсій в техніці: в дорожньому будівництві; для обприскування рослин у сільському господарстві; для обробки металів; в якості альтернативного палива.

Границя розділу рідина – газ. Якщо рідина межує з газом, то з одного боку, відбувається проникнення молекул рідини в область газу (випаровування), з іншого – проникнення молекул газу в середовище молекул рідини (розчинення).

Якщо система Р – Г знаходиться в замкнутому об'ємі, то (при достатній кількості рідини) настає рухлива рівновага між молекулами, що переходять із рідини в газ і назад. Рухлива рівновага буде повною тільки в тому випадку, якщо кількість молекул газу, що розчиняються в рідині і та що виділяються : з розчину, через будь-яку з частини його поверхні за будь-який проміжок часу будуть рівні. При цьому концентрація газу в розчині досягне певного рівноважного значення. Рівноважне значення концентрації залежить від: хімічної природи газу та рідини, температури і тиску.

Перехід з рідкого стану в газоподібний пов'язаний, зі значним збільшенням об'єму і зменшенням густини речовини. При збільшенні об'єму теплота пароутворення витрачається на здійснення роботи проти зовнішнього тиску і на підвищення внутрішньої енергії. При зворотному процесі конденсації пари в рідину виділяється теплота конденсації.

На поверхні розділу Р – Г відбуваються такі явища:

- утворення плівки на поверхнях складних органічних речовин, якому сприяють наявність в'язкої рідини і низький поверхневий натяг на межі розділу рідина - повітря;
- піноутворення;
- окислення вуглеводнів за рахунок дифузії молекул кисню з газоподібної фази в рідку ;
- втрати рідин при зберіганні у відкритих ємностях або негерметичній упаковці:

Границя розділу газ-тверде тіло. Газ, приведений в зіткнення з твердим тілом, адсорбується на поверхні в кількості, яка залежить від природи газу і твердого тіла, від парціального тиску газу і структури твердого тіла. Це явище адсорбції часто ускладнюється абсорбцією (розчиненням в твердому тілі) з утворенням твердих розчинів або хімічних сполук.

У адсорбції беруть участь сили двох типів: фізичні та хімічні. Фізичну адсорбцію створюють дисперсійні сили (далекодійчі) і сили, обумовлені дипольними моментами адсорбованих молекул.

При хемосорбції відбувається перехід електронів між твердим тілом і адсорбованими молекулами, внаслідок чого утворюється хімічна сполука, але утворюється вона тільки в одному шарі атомів або молекул на, поверхні твердого тіла. Тому можна сказати , що в процесі хемосорбції беруть участь валентні сили.

Взаємодія газів з поверхнею металу відіграє істотну роль при каталізі, корозії та в інших важливих процесах. Адсорбцію газів на металах використовують для створення надвисокого вакууму. До каталітичних реакцій, що відбуваються на поверхні розподілу метал-газ, відноситься знешкодження вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання. Вивчення взаємодії поверхні металу з киснем має велике значення для вирішення проблеми боротьби, з корозією.