

Рис.2. Схемы скольжения вала по плоскому подшипнику: против часовой стрелки (а), в статике без трения (б) по часовой стрелке (в) с контактом АВ, под нагрузкой  $N$ , скоростью вращения вала  $\omega$  и схемы распределения (внизу соответственно) «контактных» напряжений  $\sigma$ , а также их смещения; давления в смазочном слое  $p$  и давления, возникающего на поверхности вала, с учетом давлений в смазочном слое при атмосферном давлении  $P_{атм}$

Таким образом, в ЭГД-контакте одновременно возникает две области давлений около зоны с минимальной толщиной смазочного слоя: повышенного – в зоне сужающегося контакта до минимальной толщины смазки, и разрежения – в зоне расширяющегося зазора. Эти давления порождают соответствующие силы, действующие на вал в зоне минимальной толщины смазочного слоя, которые направлены в сторону скольжения и таким образом создаётся не только так называемая гидродинамическая подъёмная сила, приподнимающая вал (рис.1) в конфузорном канале смазки, но и ещё одна сила всасывающая вал разреженной средой в диффузорном канале радиального подшипника скольжения (рис.3).

Сравнение основных положений ЭГД-теории и компрессионно-вакуумной гипотезы трения указывает на существенные отличия представлений о физике процессов и явлений, протекающих в граничных слоях, что подтверждено экспериментально и свидетельствует о необходимости пересмотра ряда понятий и определений в трибологии.

Использованная литература

1. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин М.: Машиностроение, 1976. – 304 с.

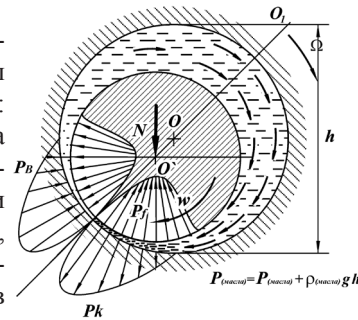


Рис.3. Схема возникновения гидродинамического эффекта с позиций компрессионно-вакуумной гипотезы природы трения

2. Стельмах А.У. Возникновение контактных струйных течений в условиях граничной смазки и механизм их образования. Нац. авиац. ун-т. – Киев, 2009. – Рус. Деп. В ГНТБ Украины 14.04.09, №20 – Ук 2009. – 43 с.

*Диха О.В., Посонський С.Ф., Диха М.О., Вичавка А.А.  
Хмельницький національний університет, Україна*

### ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗНОСОСТІЙКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

На основі традиційних методів фінішної обробки (шліфування, хонінгування, доведення) досягається необхідна форма деталей із заданою точністю, але не завжди забезпечуються необхідні властивості поверхневого шару. Тому одним з головних завдань досліджень в галузі машинобудування є розробка прогресивних технологічних процесів на основі використання нових фізичних явищ, що забезпечують підвищення якості оброблюваних поверхонь. Електрфізичні способи обробки трибологічних поверхонь характеризується одночасною термічною і силовою дією на поверхню оброблюваної деталі і можуть проводитись в режимі поверхневої пластичної деформації, при якій досягається зміцнення і вигладжування мікронерівностей. Сутність електрофізичних способів нагріву зони контакту полягає в локальному нагрів місця взаємодії інструменту та заготовки, які ввімкнуті в електричний ланцюг як електроди з невеликою різницею потенціалів та великим струмом.

Одним з нових перспективних напрямків поверхневого зміцнення є створення на поверхні дискретних зміцнених зон. При формуванні дискретних поверхонь використовують різні технології і способи: механічні, високоенергетичні, електрохімічні, комбіновані та ін. Обробка дискретної поверхні за допомогою ППД разом із зміцненням дозволяє утворити на поверхні заглиблення, які сприяють утриманню мастила і накопичують продукти зношування, що вважається одним з факторів зменшення зносу.

Електромеханічна обробка (ЕМО) характеризується одночасною термічною і силовою дією на поверхню оброблюваної деталі і може проводитись в режимі поверхневої пластичної деформації, при якій досягається зміцнення і вигладжування мікронерівностей. При цьому можна значно знизити шорсткість оброблюваної поверхні деталей, що дозволяє використовувати електромеханічну обробку як чистову взамін, наприклад, шліфування, яке є менш продуктивним ніж ЕМО.

Одночасно із підвищенням якості обробки при ЕМО в поверхнево-му шарі утворюються шари зміцнених гартівних структур з будовою

дрібнодисперсного мартенситу, так званого «білого шару», що має вищу, ніж у мартенситу гарту зносостійкість та інші фізико-механічні та експлуатаційні характеристики. Переважання тих або інших факторів визначає характер утворення і, можливо, властивості білого шару. Цей висновок підтверджується тим, що білий шар був отриманий як в процесах і умовах, що виключають фазові перетворення, так і в процесах, що виключають дифузійні явища.

При ЕМО дискретного типу через місце контакту пропускається електричний струм великої густини та низької напруги. В місці контакту формуються маслосміжки лунки, які сприяють підвищенню мастильної здатності, а також утриманню продуктів зношування, утворених в процесі роботи деталі. Навколо лунок формується метастабільна структура, яка утворюється внаслідок швидкого нагрівання електричним струмом та наступного швидкого охолодження за рахунок відводу тепла вглиб деталі.

В даній роботі було проведено дослідження структурного стану поверхневого шару після дискретної ЕМО. Встановлено, внаслідок швидкого нагрівання не забезпечується однорідність аустеніта, тому при охолодженні утворюється неоднорідний за хімічним складом дрібногочастий мартенсит. Така будова мартенситу обумовлює його високу твердість порівняно з гомогенним, який одержують при звичайному гартуванні. Утворена зміцнена мартенситна структура навколо лунок має сприятливий рівень стискаючих залишкових напружень, які суттєво підвищують межу витривалості сталі і тріщиностійкість лунок та сприяють підвищенню зносостійкості деталі в цілому.

Сутність способу електроконтактної цементації (ЕКЦ) полягає в тому, що на внутрішню циліндричну поверхню оброблюваної втулки з струмопровідного матеріалу встановлюється прошарок з вуглецевого тканого матеріалу, а електрод-індентор розташовується у зоні обробки. Електрод-індентор та втулка під'єднуються до джерела живлення малої напруги і великої сили струму. В результаті в зоні контакту виникає великий електричний опір внаслідок чого поверхня контакту нагрівається. Таким чином, під дією великого термічного впливу і механічного тиску відбувається процес дифузійного насичення поверхневого шару в зоні контакту вуглецем.

Вищеописаний спосіб використано для створення на поверхні деталей з низьковуглецевої сталі шару з твердими та м'якими зонами. Така структура забезпечує підвищення зносостійкості завдяки наявності науглецьованих ділянок та покращує змащування поверхні за рахунок незміцнених ділянок, в яких під час тертя затримуються і мастило і продукти зношування.

Для проведення електроконтактної цементації було обрано сталь 20, а джерелом вуглецю - тканина з вуглецевих волокон ТГН-2М. За рахунок джерела живлення вуглецевий матеріал нагрівався до температури, що перевищує 2000 °С, що є достатньою для поверхневого оплавлення низько

вуглецевої сталі на глибину до 1 мм. Внаслідок науглецьовання вміст вуглецю в поверхневому шарі зростає до 3,0 – 3,5 %. Встановлено, що структура насиченого шару по глибині неоднорідна і має декілька структурних зон. На поверхні сформувалась структура ледебуриту з орієнтованими вглиб дендритами, що пронизують лунку від поверхні до перехідної зони, структура якої – мартенсит та залишковий аустеніт.

Дискретна ЕКЦ з використанням електроконтактного нагрівання та вуглецевого матеріалу дозволила сформувати в поверхневому шарі дискретно зміцнені зони з ледебуритною структурою високої твердості, що в поєднанні з основним металом можуть забезпечити високу зносостійкість.

*Андрущенко М.И., Куликовский Р.А., Савонов Ю.Н.  
ЗНТУ, Запоріжжє, Україна*

#### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Известен широкий диапазон деталей, восстановление которых износоустойчивыми наплавочными материалами с большим количеством упрочняющей фазы, является практически невозможным по условиям эксплуатационной надежности. Одним из примеров таких деталей являются цементованные штампы пресс-форм из сталей 20Х, 08Х13, применяемых при прессовании огнеупорных или строительных изделий.

Испытания металла в преимущественно бескарбидном состоянии наплавленного промышленными выпускаемыми электродными материалами не позволили выбрать такие, которые бы отвечали требованиям современного производства по уровню износостойкости и эксплуатационной надежности. В настоящее время штампы на предприятиях или не восстанавливаются или наплавляются низкоуглеродистыми ферритными или аустенитными материалами, обеспечивающими крайне низкий уровень износостойкости.

В связи с этим, с целью разработки материалов более полно отвечающих условиям эксплуатации штампов, исследовали четыре группы опытных модельных сплавов системы Fe-C-Cr в широком диапазоне фазовых состояний.

Испытания проводили на лабораторном стенде, имитирующем условия абразивного изнашивания деталей пресс-форм для прессования строительных и огнеупорных изделий.

Установлено что эффективность управления структурой с точки зрения способности к упрочнению и сопротивляемости изнашиванию сталей в бес-