

Список литературы

1. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учеб. для вузов / В.С. Бойко. – М.: Недра, 1990. – 427 с.
2. Давидсон В.Е. Основы гидравлического расчета эрлифта: учебное пособие / В.Е. Давидсон. – Днепропетровск: ДГУ, 1986. – 68 с.
3. Мищенко И.Т. Теоретические основы подъема жидкости из скважин: Ч. 2 / И.Т. Мищенко. – М.: Изд-во МИНХ и ГП, 1977. – 81 с.
4. Сидоров Н.А. Бурение и эксплуатация нефтяных и газовых скважин / Н.А. Сидоров. – М.: Недра, 1982. – 376 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бузилом В.І.
Надійшла до редакції 01.11.10*

УДК 621.893

© Р.П. Дидык

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКОГО БАРЬЕРА

Впервые на основании фундаментальных структурных исследований идентифицированы продукты разложения серпентина, образующие защитный металлокерамический слой на металлической поверхности. Приведены результаты промышленных испытаний, подтверждающие высокую эффективность применения природных минералов в качестве модификаторов поверхностей деталей машин.

Вперше на основі фундаментальних структурних досліджень ідентифіковані продукти розкладення серпентину, що утворюють захисний металокерамічний шар на металевій поверхні. Наведені результати промислових іспитів, що підтверджують високу ефективність використання природних мінералів в якості модифікаторів поверхні деталей машин.

First on the basis of fundamental structural researches the products of decomposition of serpentina, formative a protective ceramet layer on a metallic surface, are identified. The results of industrial tests are resulted, applications of natural minerals confirmative high efficiency as the modifiers of surfaces of details of machines.

Увеличение срока службы основных видов горных машин и оборудования, снижение их металлоемкости, сокращение численности рабочих, занятых ремонтом, повышение производительности, безопасности горной техники зависит в значительной степени от трибологической проблемы, включающей задачи трения, износа, смазки и новых технологий обработки и модифицирования рабочих поверхностей деталей машин. Высокие нагрузки, экстремальные скорости и широкий диапазон изменения температур, агрессивные среды определяют новые требования к функционированию и эксплуатации узлов трения. Обеспечение нормальной работы зубчатых передач, опор качения и скольжения, кулачковых механизмов, направляющих, уплотнительных элементов, шарниров, замков, стыковочных узлов требует создания специальных самосмазывающихся материалов, покрытий, модификаторов узлов трения, способов их обработки, износостойких смазочных покрытий с высокой химической активностью.

Новым направлением в решении этой проблемы является механохимическое воздействие на рабочие поверхности деталей машин триботехнических порошковых составов – геомодификаторов трения (ГМТ) с высоким адсорбци-

онным потенциалом, которые представляют комплекс измельченных природных материалов, содержащих минералы ультраосновных пород, происходящих на стыках тектонических платформ, используемых самой природой в качестве материалов для трибопроцессов [1].

В табл. 1 приведен химический состав, в том числе и украинских месторождений серпентина (Новомосковский район и Приазовье).

Таблица 1

Химический состав геоактиваторов различных геологических проб, %

Химический элемент	Марка порошка				
	НИОД-5, Россия	НИОД-2, Россия	Серпентинит SW, Германия	Геоактиватор №1 (Новомосковск), Украина	Геоактиватор №2 (Приазовье), Украина
SiO ₂	38,6	36,0	39,05	33,4	44,5
Al ₂ O ₃	1,5	2,4	0,66	2,5	3,2
Fe ₂ O ₃	4,7	4,7	7,4	4,0	6,6
FeO	3,0	11,0	-	2,6	3,3
TiO ₂	0,035	0,87	0,016	0,03	0,12
P ₂ O ₅	0,03	0,1	-	>0,1	0,10
MnO	0,07	0,16	0,083	0,04	0,15
CaO	0,09	1,2	0,18	0,15	9,4
MgO	38,2	30,4	38,5	38,0	25,6
Na ₂ O+K ₂ O	0,11	0,12	0,0013	>0,1	>0,2
SO ₃ сул.	-	0,40	-	-	-
SO ₃ об.	0,27	2,47	-	0,025	0,022
nnn	12,3	12,2	13,6	20,0	7,6
Cu	>0,001	0,058	0,0007	>0,001	>0,001
Ni	0,21	0,28	0,225	0,21	0,17
Pb	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Zn	0,0018	0,007	0,0008	н/о	н/о
Co	0,013	0,015	0,01	0,013	0,01
Cr	0,66	0,18	0,254	0,16	0,40
V	>0,02	>0,02	0,0019	н/о	-
ΣTR ₂ O ₃	0,061	0,080	н/о	н/о	-
Si	18,1	16,8	39,05	15,6	20,8
Al	0,79	1,23	0,66	1,3	1,7
Fe ³⁺	3,3	3,3	-	2,8	4,6
Fe ²⁺	2,3	8,5	-	2,0	7,7
Ti	0,02	0,52	0,016	0,018	0,072
P	0,0130	0,044	-	>0,05	>0,1
Mn	0,054	0,12	0,083	0,03	0,12
Ca	0,64	0,86	0,18	0,11	6,7
Mg	23,0	18,2	38,5	22,8	15,4
K+Na	>0,1	>0,1	0,013	>0,07	>0,1
SO ₃ сул.	-	0,16	-	-	-
S _{об.}	0,11	0,99	-	0,01	-

Задача достижения высокоадсорбционного потенциала ГМТ, который служит мерой механоактивации, была решена путем измельчения серпентина виброударным способом [2].

Этот способ измельчения при сравнении с другими (барабанный) позволил получить суммарный адсорбционный потенциал в 2,5 раза выше, чем при дроблении серпентина в барабанной мельнице мелющими шарами (для сравнения: в первом случае $\Delta_{\mu_{\Sigma}} = 1,52$ кДж/моль, во втором – $\Delta_{\mu_{\Sigma}} = 0,6$).

Результат полученного эффекта механоактивации (табл. 2) проявился на последующих стадиях технологического процесса изготовления геомодификаторов трения. Измельченные в виброударных мельницах и прошедшие стадию механоактивации тонкодисперсные порошки (размер 2,0 - 2,5 мкм) вместе со смазкой, попадая в зону трения, вносят структурные изменения в поверхность трения, которые способны ее модифицировать в триботехнически выгодном направлении.

Таблица 2

Результаты исследований измельченного серпентина

№ п/п	Тип мельницы	Барабанный	Вибрационный	
			горизонтальный	вертикальный
1	Время измельчения, ч	10	1,5	1,5
2	$d_{\text{ср}}$, мкм	3,4	2,7	2,4
3	Σn_{10} , %	60	75	79
4	d_{max} , мкм	2	32	32
5	$S_{\text{уд}}$, см ² /г	12833	15960	16564
6	$\Delta_{\mu_{\Sigma}}$, кДж/моль	0,6	1,41	1,52

В табл. 3 приведены триботехнические показатели активированного серпентина.

Таблица 3

Триботехнические показатели активированного серпентина

№ пробы (образца)	Измельчение в барабанной мельнице	Измельчение в виброударной мельнице
Скорость износа образца, мг/ч	0,35	0,22
Коэффициент трения	0,010	0,0055
Площадь пятна контакта, мм ²	4	4
Предельная нагрузка до образования задир при $\omega=1600$ об/м, Н	700	830
Продолжительность работы после слива масла, мин	60	85
Коэффициент увеличения скорости износа	1,37	1,25

При изготовлении и в ходе последующей работы узла трения на поверхностях трения образуется дефектный слой металла. Частицы ГМТ, введенные в зону трения и имеющие абразивные свойства, удаляют этот слой. Далее в процессе трения происходит микронаклеп поверхностей. На этом этапе в точках физического контакта имеют место микрометаллургические процессы. Механизм формирования переходной зоны связан с процессами диффузии в поверхностные слои материала, образованием структуры в виде металлокерамического слоя, обладающего высокими износостойкими характеристиками, состоящего из исходного материала трибоузла и материала тонкодисперсного природного минерала (рис.1). Входящие в состав порошка Al и Fe являются катализаторами образования пиролитического углерода по границам зерен до подповерхностного слоя, а основной состав ГМТ модифицирует граничный слой с высокой степенью свободных связей, присоединяющих "потерянный" материал из дисперсной среды (рис. 2).

При этом диффузия ГМТ в более твердую поверхность происходит медленнее, что приводит в итоге к полному выравниванию микротвердости поверхностных слоев контактирующих деталей.

Одновременно происходит процесс микрошлифования соприкасающихся поверхностей, приводящих к существенному уменьшению их шероховатости. На поверхности трения образуется характерный текстурированный микрорельеф, имеющий микровпадины, хорошо удерживающие масло.



x400

Рис.1. Образование поверхностного «белого слоя» при испытании пар трения из стали 45 с ГМТ в течение 15 ч

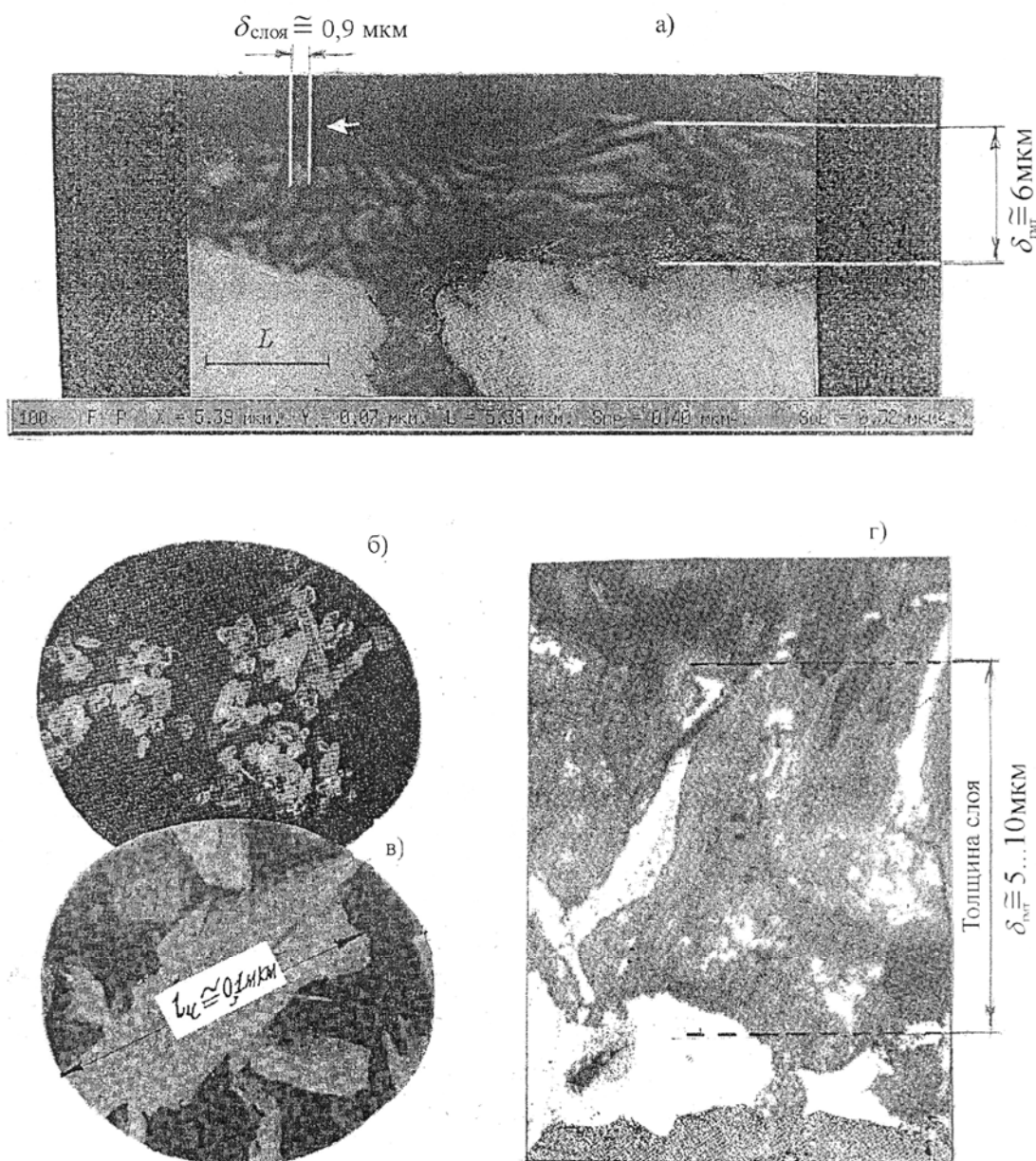


Рис. 2. Толщина, строение и микроструктура защитного металлокерамического слоя на металлической поверхности:

а – многослойное строение защитного слоя ~ 6 мкм;

б – продукты разрушения и разложения серпентина в виде частиц α -кварца (SiO_2) и оливинов округлой формы;

в – наночастицы диспергированного слоистого гидросиликата магния в виде лепестков длиной и толщиной примерно $100 \times 1,0$ нм;

г – гетерогенная микроструктура защитного металлокерамического слоя.

Снимки получены на растровом электронном микроскопе.

Одинаковая микротвердость в сочетании с низкой шероховатостью поверхностей приводит к возникновению уникального антифрикционного эффекта. Результаты сравнительных испытаний, которые были проведены на машине трения СМЦ-2 по схеме ролик-ролик (один подвижный, другой неподвижный)

при частоте вращения 500 об/мин, изменении нагрузки от 0 до 300 кгс/см² с пятичасовым циклом работы машины при однопроцентной концентрации ГМТ в масле, иллюстрируют уменьшение коэффициента трения среднеуглеродистой пары стали в 2 и более раз. Анализ всего цикла испытаний, включающий определение температуры узла трения, показал существенное изменение трибологических характеристик (снижение) при использовании ГМТ, что говорит о высокой эффективности их применения (рис. 3).

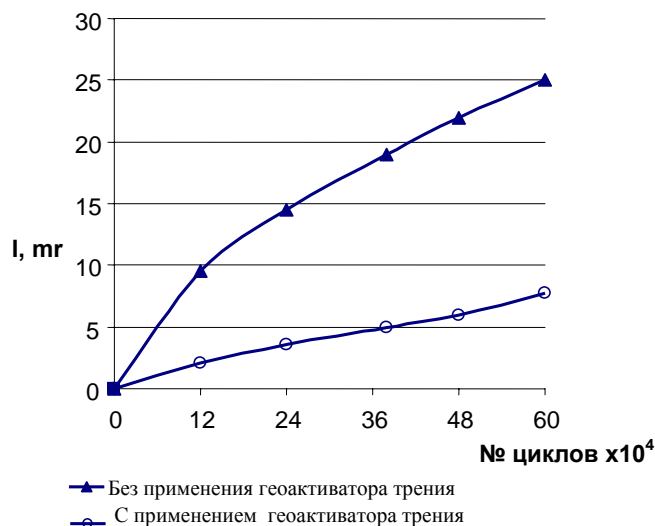


Рис. 3. Сравнительная характеристика показателей износа для различных способов обработки образцов из стали 40X

Практика показала, что геоактиваторы также хорошо зарекомендовали себя при обработке силовых приводов различных конструкций; трансмиссий горных машин и экскаваторов; подшипников качения и скольжения; подкрановых путей мостовых кранов; шестеренчатых и аксиально-поршневых масляных насосов и т.д.

При длительных ресурсных испытаниях узлов трения, приработанных с геоактиватором, отмечается дальнейшее постепенное уменьшение коэффициента трения во времени. Это можно объяснить продолжающимся после обработки формированием структуры поверхности. Общее увеличение ресурса узлов трения, обработанных геоактиватором, составляет 1,5 - 5 раз.

Происходящие при этом изменения приводят к значительному увеличению линейных размеров деталей. На Басанском карьере была проведена обработка открытой зубчатой передачи тяговой лебедки шагающего экскаватора ЭШ-15/90. Замер зубьев через 2 месяца после обработки показал прирост толщины зуба на 0,14 мм (с 31,64 мм – до 31,78 мм), тогда как износ зубьев не обработанных колес за эти 2 месяца составил 0,04 мм.

Процесс увеличения линейных размеров является саморегулирующимся, так как продолжается до тех пор, пока не будут выбраны существующие зазоры. Способность к саморегуляции открывает широкие перспективы применения геомодификаторов. Их использование позволяет восстанавливать изношенные зубчатые передачи, подшипники качения и скольжения, плунжерные пары. Вы-

сокие антифрикционные свойства образующихся поверхностей дают возможность значительно снизить энергозатраты, повысить КПД машин и механизмов.

Выводы

- Использование ГМТ в качестве составов для восстановления изношенных узлов трения, без остановки действующего оборудования, позволяют существенно сократить затраты, связанные с ремонтом машин и оборудования, снизить энергопотребление, увеличить жизненный цикл машин и механизмов.
- Вследствие образования специфичных поверхностных структур приработанные узлы трения обладают повышенной маслоудерживающей способностью, износостойкостью, нагрузочной способностью и низким коэффициентом трения.

Список литературы

1. Дидык Р.П. Новая технология восстановления узлов трения и модифицирования поверхностей деталей машин // Сб. научн. тр. – Киев: / ЧСМ НАН Украины, 2003. – С. 23-27.
2. Патент № 56546 Украина Способ получения наполнителя для антифрикционной смазки / Дидык Р.П., Завалий А.Б. – Бюл. № 5. – 2003.
3. Патент № 51394 Украина Способ упрочняющей чистовой обработки деталей машин / Р.П. Дидык, Д.В. Лоскутов и др. – Бюл. №11. – 2002.
4. Бабей Ю.И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна. – К.: Наукова думка, 1988. – 240 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.
Надійшла до редакції 30.09.10*

УДК 004.942

© Б.А. Фостенко, О.В. Алексенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБТЕКАНИЯ АВТОМОБИЛЯ СРЕДСТВАМИ SOLIDWORKS

В работе рассматривается процесс обтекания различных вариантов конструктивного исполнения кузова автомобиля с применением средств САЕ-модуля COSMOSFloWorks, интегрированного в среду проектирования SolidWorks.

В роботі наведено результати дослідження характеристик обтікання різних варіантів конструкції кузову автомобілю з використанням засобів САЕ-модулю COSMOSFloWorks, інтегрованого в середовище проектування SolidWorks

The article contains the results of flowing process simulation around of different variants of car basket with the use of COSMOSFloWorks facilities , computer-integrated into SolidWorks.

Современный этап развития математических методов и компьютерных средств позволяет использовать результаты численных экспериментов для анализа эффективности предлагаемой конструкции проектируемых объектов. По данным моделирования выбирают варианты конструктивного исполнения технического объекта, а далее характеристики лучшего варианта проверяются в