

УДК 620.178.169

Исследование продуктов износа высокоазотистых сталей

Краснодонский факультет инженерии и менеджмента ВНУ им. В. Даля, доцент кафедры инженерных дисциплин

Колесников В.А.,

Физико-механический институт НАН Украины (г. Львов), проф. Балицкий А.И.,

Морская Академия (г. Щецин, Польша) проф. Хмель Я.

Внедрение новых сплавов, обладающих повышенными физико-механическими свойствами, а также прогнозирование интенсивности их разрушения при внешнем воздействии, например, в условиях трения, относится к числу приоритетных направлений ресурсосберегающих технологий. Высокоазотистые стали обладают повышенными физико-механическими свойствами ($\sigma_B = 1800 \dots 2000$ МПа, $K_{IC} \geq 500$ МПа $\sqrt{м}$). Максимальное значение $\sigma_B = 3500$ МПа, что в 10 раз выше обычных серых чугунов и 3 .. 3,5 раза выше значений для конструкционных сталей. Благодаря этому они широко применяются в железнодорожном транспорте, морской технике, строительстве, медицине. Однако области их применения еще не исчерпаны. Остаются еще до конца не исследованными их триботехнические свойства. Среди перспективных направлений использования таких материалов можно назвать водородную энергетику. Поэтому особенно актуальным остается вопрос о водородной стойкости материалов в условиях трения. Одной из актуальных задач является выяснение механизма разрушения в условиях трения. Значительное внимание при изучении проблемы разрушения поверхностных слоев материалов уделяется изучению

продуктов износа. Изучение таких параметров несет в себе информацию о природе и интенсивности процессов разрушения. Однако эта проблема еще ждет своего развития [1, 2].

Целью работы являлось изучить морфологию частичек износа, образовавшихся в условиях трения качения. В качестве материалов для исследования выступали высокоазотистые аустенитные марганцевые стали, которые подвергались износу в условиях сухого трения (ролик по ролику) на установке СМТ – 1 (2070). Скорость вращения верхнего ролика составляла 1240 оборотов в минуту, а нижнего 1480. В качестве контртела использовали сталь 1.0503 (Германия) – аналог стали 45. Наводораживание сплавов проводили при плотности тока 0,5 А на см², в растворе серной кислоты.

Металлографические и дюрOMETрические исследования проводили (в.ч. продуктов износа) на микроскопе Neophot 2, с подключением ноутбука и цифровой камеры Canon EOS 30D. Поверхности трения исследовали на электронном микроскопе EVO-40XVP с системой микроанализа INCA Energy 350.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сталей

№п/п	Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	N
1.	Сплав № 1	0.06	0.52	19.4	17.5	0.13	2.08	0.14	0.97
3.	1.0503*	0.42-0.5	0.17-0.37	–	0.25	0.25	–	–	–

*S до 0.04%, P до 0.035, C до 0.25, Cu до 0.25, As до 0.08.

Сплав № 1 в ненаводороженном состоянии работал в нормальных условиях (без звуковой эмиссии, схватывавания, повышенных коэффициентов трения). После наводораживания интенсивность износа сплава № 1 возросла в 5 раз (рис. 1). В процессе трения наблюдался более высокий коэффициент трения, звуковая эмиссия, интенсивное схватывание материала. Обращает внимание снижение интенсивности износа стали 1.0503. Возможно, что данный факт можно объяснить прирабатываемостью сплава в процессе трения, так как эксперимент № 2 для ролика был уже не первым. В то же самое время, он контак-

тировал с новой поверхностью трения после наводороживания. Микротвердость наводороженного слоя составляла 7,6...8,2 GPa, а до наводороживания 4,2...4,9 GPa.

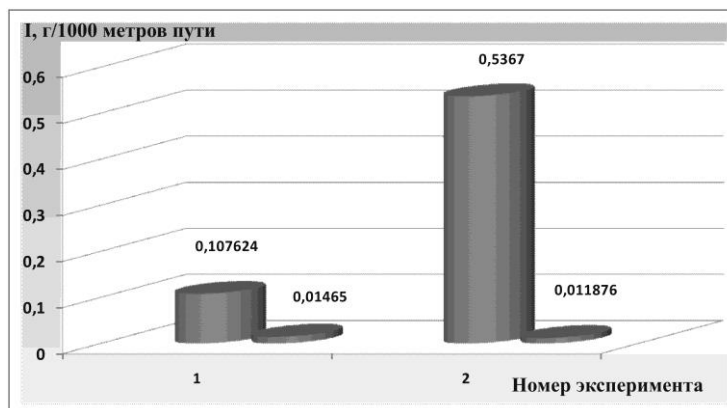


Рис. 1 – Диаграмма изнашивания сплавов в условиях сухого трения при нагрузке $P = 40$ кг. (первый ряд – высокоазотистая сталь; второй ряд – сталь 1.0503)

На рис. 2 представлены фотографии частичек износа, выкрошившихся в условиях трения качения. Для первой частички (рис. 2 а) характерно наличие хрупкого характера разрушения (ступенчатый микрорельеф). Нижняя часть – отмечена стрелочкой и цифрой 1 наличие плоской части. Верхняя часть отмечена стрелочкой и цифрой 2. Частичка 2 (рис. 2б) имеет значительно большие размеры по сравнению с частичкой 1 (рис. 2а), что в целом характерно для частичек износа, образовавшихся при разрушении в условиях трения наводороженных и ненаводороженных исследуемых сплавов. Как видно из рис. 2б, частичка износа имеет в целом более “сложный” микрорельеф, по сравнению с ненаводороженной частичкой, т.е. таких обширных плоских поверхностей, как у частички 1 (рис. 2а) мы не наблюдаем, так как для всей частички характерен микрорельеф, соответствующий режиму интенсивного схватывания и повреждаемости. Стрелкой 1 показана область ступенчатого микрорельефа, характерного для хрупкого характера разрушения. Стрелочкой 2 показана зона, которая имеет следы схватывания (имеются следы вырывов материала), а стрелочка 3 показывает наличие зарождающейся трещинки в частичке износа. Для желе-

зоуглеродистых сплавов существует связь между структурно-фазовым составом, образованием трещин и интенсивностью разрушения [3, 4].

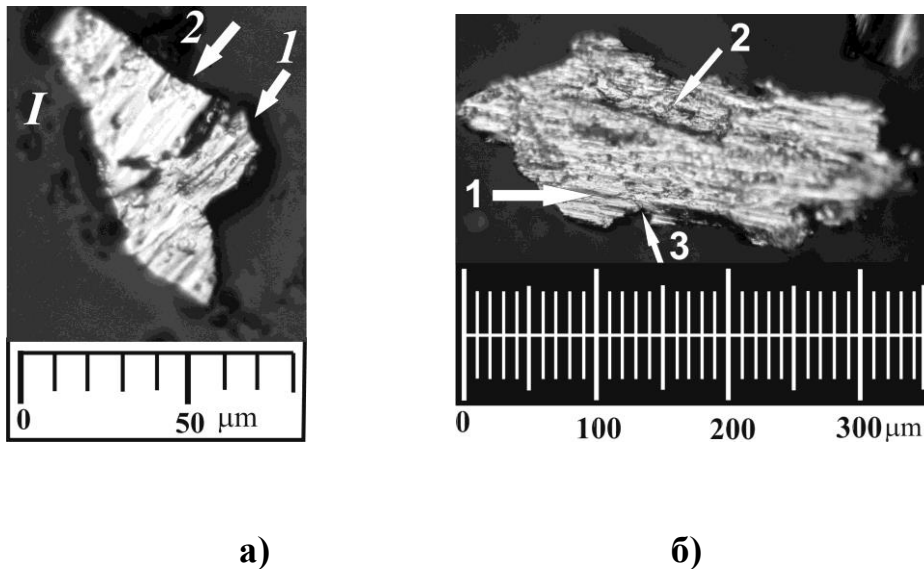


Рис. 2 – Частичка износа, которая выкрошилась во время трения в условиях схватывания (сталь P 900)($\times 500$) $P = 500$ N, $V = 2,25$ м/с). Частичка которая имеет хрупкий характер разрушения (а). Частичка которая выкрошилась после наводороживания с наводороженного слоя ($\times 500$) ($P = 250$ N, $V = 2,25$ м/с) (б).

При последующих экспериментах с этими образцами (с увеличением времени после наводороживания), интенсивность износа снижается (возможно, из-за двух факторов: приработка образцов и снижение количества водорода в поверхностном слое сплава).

Выявлено, что с увеличением нагрузки размер продуктов износа увеличивается. Для ненаводороженных образцов составляет 25...40 мкм (нагрузка 40 кг), 25...100 мкм (нагрузка 50 кг). Для наводороженных образцов размер частичек 350 мкм (при нагрузке 25 кг), 600 мкм (нагрузка 40 кг).

Проанализирована и описана морфология продуктов износа. Отмечено на существенное различие во внешнем виде частичек износа наводороженных и ненаводороженных сплавов. Сделаны предположения о различных механизмах разрушения данных сплавов в условиях трения и деградации материала под действием водорода.

Ранее нами выдвигалась гипотеза о том, что в условиях трения скольжения инициаторами зарождения трещин в чугунах могут быть сульфиды [2]. Выдвинута гипотеза, о том, что в условиях трения скольжения и трения качения, инициаторами зарождения и развития трещин в высокоазотистых сталях в некоторых случаях могут быть: карбиды, нитриды, интерметаллические фазы σ – типа.

В наводороженном образце плотность дислокаций гораздо выше с отчетливой тенденцией к концентрации деформаций у границ зерен [5]. Для изучения распределения деформаций в микрообъемах металла использован металлографический метод травления, который выявляет выходы “свежих”, вновь образованных дислокаций на поверхности образца [6].

В аустените растворимость водорода на несколько порядков выше, чем в мартенсите. Кроме того, в нем ниже диффузионная подвижность. Аустенит является как бы аккумулятором водорода [5]. Концентрация водорода повышается по границам раздела фаз. Таким образом, можно по дисперсности сплава прогнозировать насыщение сплава водородом, а, следовательно, если скоррелировать размер и морфологию продуктов износа со структурно - фазовым составом, то появляется возможность прогнозировать интенсивность разрушения, в т.ч. в условиях трения [7-10].

Литература

1. Fracture mechanics and strength of materials: Reference book / Editor-in-chief V.V. Panasyuk. V.8. Strength of materials and durability of structural elements of nuclear power plants/ A.I. Balitskii, O.V. Machnenko, O.A. Balitskii, V.A. Grabovskii, D.M. Zaverbnii, B.T. Timofeev. Editor A.I. Balitskii – Kyiv: PH “Akadempriodyka”, 2005. – 544p.

2. Balytskyi O.I., Kolesnikov V.O., Kaviak P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast-irons under sliding friction conditions // Materials Science.– vol.41.-№ 5.-2005. – p. 624 – 630.

3. Balytskyi O.I., Kolesnikov V.O., Kubicki J. Enhancement of the crack resistance of manganese cast irons // Materials Science.– Vol.41, № 1.-2005. – p. 67 –73. <http://www.springerlink.com/content/w8417w4547528138/fulltext.pdf>.

4. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Kawiak P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast - irons under sliding friction conditions //Materials Science.– Vol.41, № 5.-2005. – p. 624 –630.

<http://www.springerlink.com/content/j317756rm17p4226/fulltext.pdf>

5. В.И. Ткачев, В.И. Холодный, И.Н. Левина Работоспособность сталей и сплавов в среде водорода Львов: Вертикаль. 1999. 256 с.

6. Иванова В.С., Русавская В.Д., Сабитова И.С. Опыт выявления дислокаций в деформированных металлах // Завод. Лаб. – 1963.– № 2.– С. 193–197.

7. Балицкий А.И., Балицкий А.А., Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей в условиях трения качения при добавлении в зону контакта соединений $(\text{GaSe})_{0,75}\text{In}_{0,25}$, $(\text{GaSe})_{0,25}\text{In}_{0,75}$ // Збірник наукових праць Краснодонського факультету Інженерії та Менеджменту Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2007. - № 1. – С. 65. – 73.

8. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17-29. <http://www.itee.radom.pl>.

9. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008.-s.91-102. <http://www.itee.radom.pl>.

10. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводораживания // Тези Всеукраїнської конференції молодих вчених "Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології" (СММТ-2008). – Київ. 2008. С. 73. <http://www.smmt2008.nas.gov.ua/ScientificProgram/12/Pages/posters1.aspx>

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ім. В. ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ
ТА МЕНЕДЖМЕНТУ**

**ІІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ
ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"**

Матеріали конференції



12-13 травня 2009 р.

м. Краснодон

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ім. В. ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ
ТА МЕНЕДЖМЕНТУ**

**ІІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ
ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"**

Матеріали конференції



12-13 травня 2009 р.

Краснодон

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рецензенти:

Рамазанов С.К. – професор

Харковський Б.Т. – професор

Радіонов О.В. – доцент

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного
університету імені Володимира Даля
(протокол № 10 від "24" квітня 2009 р.)

Зміст

СЕКЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОБЛЕМ	
Губачева Л.А., Андреев А.А., Гладушин В.В. К вопросу изменения логистической системы транспортно-энергетического комплекса при закрытии шахт.....	5
Колесников В.А., Девяткин Ю.С., Косогова Я.А. Перспективы развития виртуальной инженерии в нашем регионе	10
Бронська О.Ю. Маркетингова стратегія м'ясопереробних підприємств Луганської області.....	13
Сопова І.М. Напрями вдосконалення мотивації праці спеціалістів на вугільному підприємстві	18
Стрижиченко Н.О., Максименко Р.Г. Інвестиційна політика міста.....	22
Кулишова Е.И., Истомин Л.Ф. Проблемы оценки инвестиционной привлекательности предприятий угольной промышленности.....	26
Кашура С.І. Система підтримки прийняття управлінського рішення в інноваційній діяльності промислового підприємства.....	30
Петренко Т.В. Техничко-економические аспекты работы промышленного железнодорожного транспорта.....	34
Даніч В.М., Шевченко С.М. Динаміка інформаційно-управлінських архітектур вугледобувних підприємств	38
Победьонна Г.П., Гаврилов А.О. Економічні аспекти лікування бронхіальної астми в Луганській області.....	40
Бовкун І.В. Сутність роботи ЛРТПП на зовнішньому ринку.....	43
Gorovaia O.O. The role of investment banks in ipos and incentives in firms.....	47
Родіонова О.Ю. Визначення чинників впливу на організаційну культуру підприємств АПК	49
Родіонов О.В. Управління інформаційними базами даних підприємств-суб'єктів ЗЕД	54
Чорна А.М. Ресурси підприємства як основа забезпечення економічної безпеки підприємства	58
Бабенко К. І., Чумаченко О. С. Управління банківськими ризиками при здійсненні ЗЕД	61
Родіонов О.В. Дослідження підходів залучення фінансових інвестицій підприємствами АПК	64
Касьянов М.А., Медяник В.О., Андріанова О.О., Рибальченко О.О., Вишневський Д.О. Вдосконалення методики визначення ступеня базового ризику виникнення небезпечних ситуацій у виробництві.....	67
Касьянов М.А., Михайлова Ю.Ю., Гунченко О.М. Дослідження методологічних аспектів енергозбереження при розрахунку систем інфрачервоного опалення виробничих приміщень машинобудівних підприємств.....	72
Гребьонкін С.С., Гречко Т.К., Пономаренко О.В., Шипунова І.В. Інвестиційна привабливість шахт України	76
Гладченко Т.Н., Рябичев В.Д., Топчий С.Е. Анализ ситуаций и проблем в государственной инвестиционной политике	81
Воробьёва О.В., Кравченко Е.А. Влияние вступления Украины в ВТО на агро - промышленный комплекс	85
Воробьёва О.В., Кравченко Е.А. Влияние мирового финансового кризиса на внешнюю торговлю Украины	87
Кравченко А.П., Ильченко А.В., Колодницкая Р.В. Ресурсосберегающие технологии на основе добавок растительных масел на автомобильном транспорте.....	89

СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ	
Аптекарь М.Д., Балицкий А.И., Колесников В.А. Трибохимическоматериаловедческий вектор исследований работы узлов трения	95
Балицкий А.И., Колесников В.А., Панин А.И., Колесников А.И. Новые материалы для угольных крепей	100
Колесников В.А., Балицкий А.И., Хмель. Я. Исследование продуктов износа высокоазотистых сталей	105
Колесников В.А., Калинин А. В. Водородный фактор износа в узлах трения автомобилей	111
Расторгуев Г., Мирошниченко И., Чередниченко А., Скобин А.Т. Факторы, влияющие на заболеваемость кишечными инфекциями угольного региона.....	115
Луговсков А.Д., Расторгуев Г. И., Луговскова И. В.Скобин А.Т. Особенности вспышечной заболеваемости вирусным гепатитом А в регионе Донбасса	118
Гиркин Е.И. Гидроэкологический мониторинг водной среды.....	125
Пительгузов,Н.А. Черных А.В. Оценка влияния атмосферных условий на обслуживающий персонал при работе в зимних условиях на открытом воздухе	128
Анненкова М.В. Огляд питання професійних захворювань у робітників коксохімічних підприємств донбаського регіону	132
Бондарь В. И. Стоянова М. О. Перспективы утилизации осадков бытовых сточных вод	135
Соболева И.В. Проблемы загрязнения поверхностных вод шахтными водами и здоровье населения Краснодонского геолого-промышленного района.....	138
Ануфриева Е. В., Форощук В. П. Особенности медико-экологической ситуации в Луганской области	144
Харківський Б.Т., Кириллова Ю. Г. Аналіз стану, проблеми та перспективи поліпшення природно-заповідного фонду Свердловського району Луганської області	148
Хомош Ю.С. Забезпечення відповідності підприємства Природоохоронному законодавству	152
Чернецкая Н.Б., Семенов С.А. Использование имитационного моделирования для оптимизации вагонопотоков	155
Федорченко В.В. Перспективы получения и использования водоугольного топлива на современном этапе.....	165
Колесников В.А., Ковалев С.Н., Манченко М.В., Пестров С.И. Инженерия поверхности: современное состояние и перспективы развития	168
Верительник Е.А., Дуда Д.В. Расчет консольных балок в solidworks как резерв для ресурсосберегающих технологий	172
Скобин О.Т., Расторгуева В. Б., Расторгуев Г. І. Вплив екологічних чинників на формування імунного статусу в населення промислового району.....	177
Кошурнікова А.А. Оцінка ризику для здоров'я населення Луганської області від забруднення атмосферного повітря в результаті промислового впливу	183
Коструб В.А., Свинороев Ю.А. Ресурсосбережение как инструмент обновления базовых отраслей украинской промышленности	187
Шаповалов В.И. Незерновая часть урожая зерновых — один из видов альтернативного топлива	196
Свинороев Ю.А., Блащук В.И. Современные экологически эффективные системы очистки стоков для региональных автопредприятий	198
Свинороев Ю. А. Применение методов модифицирования и механообработки связующих материалов для решения экологических и технологических проблем региона	208
Домская А.С. Современное состояние и некоторые перспективы развития минерально-сырьевого комплекса Краснодонского региона.....	215

Головко Н.С., Ушаков Ю.Г., Сімененко С.Т., Ерьоміна Н.В. Значення зелених насаджень СЗЗ ЛЛМЗ у покращенні екологічного стану довкілля	221
Харківський Б.Т., Ушаков Ю.Г., Ушакова Н.Д., Головко Н.С. Москвиченко В.О. Дослідження магнітного методу уловлювання пилу і порошкоподібних матеріалів	225
Матвеева Н. Г. Террикон, как источник ресурсов	230
Аптекарь М.Д., Домская А.С., Матвеева Н. Г. Нарушение в окружающей среде региона, связанные с закрытием шахт	235
Малеткин В.Н., Друзь О.Н., Савченко И.В., Сало В.И. Исследование факторов техногенного риска	240
Касьянов М.А., Друзь О.М., Анісімова Т.І. Використання ресурсозберігаючих технологій для оздоровлення повітряного середовища	244
Свистун И. Н., Форощук В. П. Анализ качества воды централизованного и децентрализованного источников хозяйственно- питьевого водоснабжения в Луганской области	248
Черних В.І., Неменуций А.І. Вибір технології і обґрунтування схем утилізації шахтного метану	250
Черних В.И., Черних А.В. Використання продуктів газифікації вугілля в якості палива для котелень	253
Кравченко А.П., Ильченко А.В., Колодницкая Р.В. Ресурсосберегающие технологии на основе добавок растительных масел на автомобильном транспорте	256
Добрін Б.Ю., Шкала Л.В., Виприцька Л.П. Вплив екологічної порушеності Донбасу на мікроелементні стосунки внутрішнього середовища при гастродуоденальній патології	262
Демидович В.В. Державне регулювання інвестиційної діяльності в промисловості	263
S.L.Vrochinsky, A.I.Gerasimchuk, YA.Mazurenko, A.M .Medvedev., A.G.Moljar The foundation for use of the metal coordination compounds for gas-phase and nano-particle doping in thermal metallurgical processes	268
Жугастр С.Н. Оптимизация использования насаждений в угольных центрах Луганской области	270
Тімков О.М., Поляков В.М., Горпинюк А.В., Файчук М.І. Огляд вимог нормативних документів відносно гальмівних властивостей автопоїздів	274
Вахно О. С., Форощук В. П., Особоохраняемые булавоусые чешуекрылые насекомые (Lepidoptera, Rhopalocera) Луганской области	282
М.Д. Аптекар , А. І. Gerasimchuk, YA Mazurenko, L.I. Zheleznova, А.М. Medvedev Film sensors for methane, based on metal oxides	286
Панайотов К.К. Аспекти топологічного метода моделювання міської маршрутної мережі	288
Миронова Т.А. Экология прессы: языковая агрессия на страницах региональной прессы	294
СЕКЦІЯ СОЦІАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ	
Аптекарь М.Д., Лобовікова О.О. Роль вищих навчальних закладів у розвитку малих міст	300
Корытникова Н.В. Трудоустройство выпускников вузов в условиях глобального экономического кризиса	307
Головань Т.О. Особливості правової освіти студентів непрофільних ВНЗ	311
Колесникова Е.Б. Психолого-педагогическая помощь семье	314
Іванова Т.І., Курина Н.В. Використання нових технологій навчання на основі моніторингу освітнього процесу	319
Шарая А.Г. Влияние самооценки студента–заочника на качество его обучения в ВУЗе	322

Колесникова Е.Б. Проблема закрытия шахт сквозь призму исторических примеров в европейских странах	328
Коваленко Е. М. Идеологические контексты в патриотическом воспитании	334
Клімова О.М. Вирішення питань охорони праці на вугільному підприємстві.....	337
Стьопіна О.Г. Проблеми становлення етнічної ідентичності студентської молоді промислових (полікультурних) регіонів СНД	345
Данік О.Л., Пузанкова Н.М., Пащенко Т.М. Формування професійних знань і навичок майбутнього фахівця шляхом активізації науково-розумової діяльності студентів.....	349
Луценко Г.В., Луценко В.Ф. Валеологічні особливості стану здоров'я студентів 1 курсу КраФІМ	356
Козлов И.А. Роль компьютерных технологий в медицине	359
Бихдрикер А.С., Бихдрикер И.С. Проблемы лицензирования программного обеспечения в высшем учебном заведении	363
Яковенко А.В. Кризис 90-х и современный социально-экономический кризис: общее и особенное в социологическом разрезе	366
Нагорный Б.Г. Формирование стратегии социально-экономического развития региона в условиях кризисных явлений	370
Аптекарь М.Д., Харьковский Р.Г. Высшее образование в Краснодаре: история и современность	376
Данік О.Л., Пузанкова Н.М. Удосконалення організаційних форм викладання української мови з урахуванням професійного напрямку: педагогічний аспект	384
Дашевська М.С., Іванченко О.І. Світовий досвід організації системи профорієнтації персоналу та його застосування у повсякденній роботі підприємств регіону	389
Григорьева А.А. Д.И. Менделеев и развитие угольной промышленности Донбасса	403
Тімков О.М., Поляков В.М., Горпинюк А.В., Файчук М.І. Огляд вимог нормативних документів відносно гальмівних властивостей автопоїздів.....	407

Матеріали
III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ
ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"

Під редакцією:	проф. Аптекарь М.Д. доц. Колеснікова В.О.
Коректор:	ст. викл. Пузанкова Н.М.
Комп'ютерний макет:	ас. Калінін О.В. ас. Козлов І.О. зав. лабораторією Кирилов Є.В.
Відповідальні за випуск:	доц. Колеснікова В.О. ас. Калінін О.В.

Підписано до друку "24" квітня 2009 р.

Формат 60x84 1/16 Папір типограф. Гарнітура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. 26,375 Тираж 50 екз.

Видавництво
Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля
Краснодонський факультет інженерії та менеджменту
94400, м. Краснодон, вул. Першокінна, б.42.

Адреса редакції: 94400, м. Краснодон, вул. Першокінна, б.42.
Телефон-факс 8(06435)6-40-51
E-mail: krafim@krasnodon.lg.ua
kidkrasnodon@i.ua

Балицкий А.И., Колесников В.А., Хмель Я. Исследование продуктов износа высокоазотистых сталей // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД. 12-13 травня 2009 р”. Краснодон, 2009. С. 105 - 110.

Дослідження продуктів зносу високоазотистих сталей

Study of High Nitrogen Steel Wear Products.

https://kolesnikov.ucoz.com/load/balickij_a_i_kolesnikov_v_a_khmel_ia_issledovanie_produktoiv_iznosa_vysokoazotistykh_stalej/1-1-0-202

https://researchworker.ucoz.ru/load/balickij_a_i_kolesnikov_v_a_khmel_ia_issledovanie_produktoiv_iznosa_vysokoazotistykh_stalej/1-1-0-319

https://www.researchgate.net/publication/342720107_Balickij_AI_Kolesnikov_V_A_Hmel_A_Issledovanie_produktoiv_iznosa_vysokoazotistykh_stalej_Materiali_III_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekonomichni_ekologichni_ta_socialni_problemi_vugilnih_regio