

НОВЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СПЛАВЫ – ОЧЕРЕДНОЙ ШАГ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАНЕТЫ

В статье сделан краткий обзор сведений о новых наноструктурированных сплавах и сталях. Показано, что одними из наиболее перспективных видов сталей являются высокоазотистые наноструктурированные стали. Подчеркнуто, что использование наноструктурированных сплавов и сталей является экологически более приемлемыми по сравнению с традиционными.

Ключевые слова: наноструктурированная сталь, высокоазотистая сталь.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Традиционно создание сплавов проходит долгий путь. Первоначально - это добыча и обогащение руды, переплавка в доменных печах (большая металлургия) и, наконец, – расплавление и легирование материала, доставленного в литейный цех (малая металлургия). Применение сплавов с заранее заданными свойствами, а также сплавов, которые обладают одновременно целым рядом свойств, позволит значительно улучшить различные экологические показатели. Например, использование коррозионно-стойких сталей, взамен обычных, для труб позволит продлить срок их эксплуатации. А значит, отпадет необходимость добывать определенное количество руды для обогащения и последующей переплавки в доменных печах, в связи с этим сократится количество энергии, необходимой для производства новых материалов, не нужно будет использовать кокс, воду, автомобильный и железнодорожный транспорт и т.д.

В 2008 году в мире было произведено 1 млрд 329,7 млн т. стали, что на 1,2 % меньше, чем в 2007 г. Это стало первым сокращением годового объема производства за последние 11 лет [1]. Для производства 1 т стали расходуется 5 т сырья и 2 т топлива, для производства 1 т меди расходуется 100 т сырья и 3 т топлива. Металлургическое производство является энергоёмким, для производства 1 т алюминия расходуется 20 тыс. кВт/ч. Металлургия - крупный загрязнитель природы, около 40% всех промышленных выбросов приходится именно на эту отрасль [2].

Сейчас известно несколько десятков тысяч сплавов, тем не менее материаловеды продолжают создавать новые сплавы. Появление нового класса наноструктурированных сплавов позволяет значительно расширить области применения этих сплавов. А переход к новым технологиям изготовления сплавов также является вкладом в экологическую безопасность планеты. Создание новых сплавов может происходить и с использованием компьютерного моделирования [3]. Это также позволит действовать целенаправленно и избежать многочисленных плавов. Так как из 119 химических элементов, открытых в данный момент (из них Международный химический союз официально признал 112 элементов), 98 относятся к металлам. Если бы возникла необходимость составить всевозможное число композиций сплавов со всеми известными металлами, то на планете Земля не хватило бы запасов ресурсов для осуществления этой задачи.

Недалек тот день, когда произойдет переход от “грязных видов производства” к созданию новых сплавов на атомарном уровне в современных лабораториях.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сегодня растет внимание к потенциальным преимуществам нанотехнологий в современном машиностроении. Целый ряд компаний и научно-исследовательских институтов создают наноструктурированные стали и исследуют их свойства.

Наноструктурированные стали обладают повышенными физико-механическими свойствами. Прочность такой стали возрастает в 3 – 4 раза, а твердость – на порядок, при улучшении хладостойкости и многократном увеличении коррозионной стойкости [4].

Целью работы являлось сделать небольшой обзор сведений о наноструктурированных сплавах и сталях, показать влияние между наноструктурированным состоянием и свойствами материалов и в том числе подчеркнуть преимущества данных материалов как “экологически более перспективных” по сравнению с обычными сплавами и сталями.

Компания «ТЭК Техоснастка» (Москва) в промышленном масштабе приступила к выпуску посуды с антибактериальным эффектом. Этот эффект достигается путем внедрения в материал, из которого изготавливается посуда, наночастиц серебра, которые создают на поверхности пластика защитную самоочищающуюся пленку, подавляющую рост большинства вредных бактерий и грибов. Для этого используется специальная технология, разработанная на основе изучения свойств серебра, механизма взаимодействия его ионов с бактериальной микрофлорой.

Антибактериальный эффект достигается благодаря активным ионам серебра Ag^+ в наноструктуре поверхности пластика, к которым бактерии не могут адаптироваться и погибают. Механизм действия Ag^+ на микроорганизмы выглядит таким образом: активные ионы серебра Ag^+ проникают через клеточную мембрану бактерии, и она теряет свою протеиназу. Также ионы серебра помогают разрушить ДНК бактерий и микроорганизмов, которые погибают, потеряв способность к делению и размножению [5]. Известно, что серебряная посуда обладает также антибактериальным эффектом и не исключено, что введение наночастиц серебра в новые металлические сплавы позволит с, одной стороны, также поддерживать антибактериальный эффект, а с другой - сократить количество расходуемого серебра.

Материалы и результаты исследований

Изучение структуры материалов на наноуровне – очень перспективное направление материаловедения, металлостроения и металлургии, так как позволяет понять связь между характеристиками материала и его строением, а также определить пути изменения его свойств. К сожалению, распространенным методом сканирующей электронной микроскопии редко можно получить изображение тех или иных связей в структуре зерна в нужном масштабе. Кроме того, для четкого представления о внутренних связях необходимо трехмерное изображение. Именно поэтому больше всего ученых впечатлил не сам сплав, а новейший метод проектирования и контроля результатов, который сулит огромные перспективы в создании уникальных материалов [6].

Сплав 7075 – самый прочный из всех алюминиевых сплавов (хим. состав: 87,1 – 91,4 % Al; 0,18 – 0,28 % Cr; 1,2 – 2 Cu; 0 – 0,5 Fe; 0 – 0,4 Si; 0 – 0,2 Ti; 5,1 – 6,1 Zn; 2,1 – 2,9 Mg; 0 – 0,3 Mn) и широко используется в аэрокосмической промышленности. Исследуя взаимосвязь между свойствами этого материала и его атомной структурой, ученые неожиданно обнаружили, что один из образцов обладает гораздо большей прочностью и пластичностью. При изучении микроструктуры сплава выяснилось, что неожиданный скачок характеристик сплава обусловлен тем, что во-первых, легирующие элементы расположились внутри зерен металла, что увеличивает плотность дислокации металла. Во-вторых, объединение элементов зерен в кластеры (группа взаимодействующих частиц – атомов) ограничивает рост нанокристаллов, повышает прочность зерен и уменьшает хрупкость и старение сплава. При исследовании использовали томографию с помощью атомного зонда, что является новой методикой. Наночастицы сплава в несколько десятков нанометров в диаметре поместили в раствор и наблюдали, как они взаимодействуют между собой, и какая именно форма граней частиц позволяет создавать максимально прочный материал [6].

Среди перспективных материалов можно выделить высокоазотистые стали. Введение азота позволяет получить стали со специальными свойствами, которые невозможно получить с другими элементами [7, 8]. Высокопрочную и коррозионностойкую аустенитную сталь применяют в машиностроении, атомной энергетике, химической про-

мышленности и т. д. [9]. Именно из этой стали применялись балки весом 19 – 22 тонны для строительства здания нового железнодорожного вокзала в Берлине.

В Российской Федерации разработкой высокоазотистых сталей активно занимается Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов (ЦНИИКМ) “Прометей”. Разработанная там ВАС НС-5Т превосходит западные аналоги “Авесту-254” и “Поларит-774” [10, 11].

В ЦНИИКМ “Прометей” разработано несколько ВАС, которые называются высокопрочными азотистыми аустенитными сталями с гарантированным уровнем свойств, обеспечиваемых формированием наноструктуры. Технология получения листового проката азотистых сталей основывается на термомеханической обработке, позволяющей формировать особое наноструктурное состояние, обеспечивающее необходимый комплекс эксплуатационных свойств. Новые стали предназначены для изготовления ответственных изделий, эксплуатирующихся в сильноагрессивных коррозионных средах; для немагнитных труб направленного бурения в нефтедобывающей промышленности; для немагнитных инструментов и имплантантов, вживляемых в человеческий организм; для немагнитных корпусов научно-исследовательских судов, исследующих магнитное поле земли. Эти ВАС обладают такими сочетанием характеристик: пределом текучести до 650 МПа; относительным удлинением не менее 30%, магнитной проницаемостью менее 1,01, высокой коррозионной стойкостью в хлоридных средах [12].

Российская государственная компания Рэлтек давно работает в области нанотехнологий, получения наноструктурированной стали в среднечастотных индукционных плавильных печах, которые позволяют точно регулировать температуру во всей массе металла и получать металл с заранее заданными свойствами. В турбоиндукционно-плавильных агрегатах вместимостью 5–10 тонн осуществляется активное перемешивание металла и его вращение вокруг оси, что обеспечивает активное взаимодействие шлака и расплава металла в турбулентном под шлаком слое. В результате жидкий металл, интенсивно перемешиваясь, насыщается азотом до требуемой концентрации, обеспечивая активный процесс образования наночастиц и мелкокристаллических фаз, присутствующих в расплаве компонентов – алюминия, титана, ванадия, марганца и др. Агрегаты обеспечивают высокоэффективную плавку не только с точки зрения качества металла, но и с точки зрения сбережения электроэнергии (расход – на 30% меньше). Среднечастотной технологии всего 20 лет, это самый современный способ электроплавки. Если в электродуговой печи плавка идет за счет дуги (и вблизи дуги температура металла может достигать 3 тыс. градусов, при том, что у стенки печи металл может быть холодным), то в индукционных печах нового поколения – за счет вихревых токов в толще металла: идет прямой, а не косвенный нагрев металла [13].

Японские исследователи [14, 15] предложили новый метод термомеханической обработки, который авторы назвали температурной формовкой или темпформингом (“tempforming”). В качестве модельного сплава использовалась низколегированная сталь, содержащая 0.4% С, 2% Si, 1% Cr, and 1% Mo. Формовка образцов производилась с эквивалентной деформацией порядка 1,7 после отпуска стали при 500°C. Последующие механические испытания нового материала показали отличные результаты, по сравнению со сталью, закаленной обычным образом и отпущенной при 500°C. В частности, значение ударной прочности по Шарпи для образцов после температурной формовки (TR-образец) составляет 226 Дж, что почти в 16 раз больше, чем в аналогичном испытании с обычной сталью. Для TR-образцов наблюдается максимум в интервале температур от -60°C до -20°C, при дальнейшем повышении температуры ударная прочность уменьшается. Подобное поведение объясняется микроструктурой стали (рис. 1). После темпформинга происходит удлинение зерен вдоль $\langle 110 \rangle$ кристаллографического направления, которое совпадает с направлением прокатки. Средний поперечный размер зерен металла составлял порядка 260 нм, размер сферических карбидных частиц, диспергированных в железной матрице, не более 50 нм.

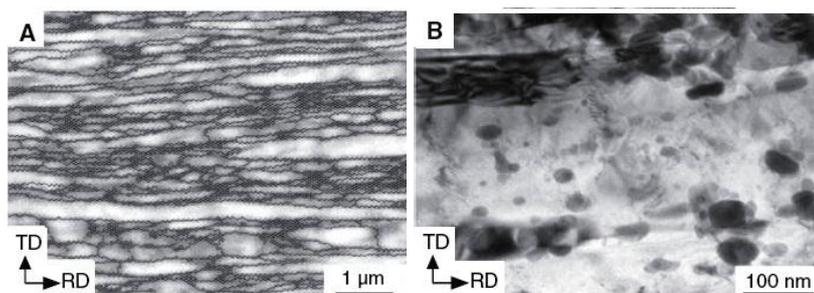


Рис. 1. Микроструктура образцов после температурной формовки при 500 °С: (А) - изображение получено методом дифракции отраженных электронов (EBSD), угол разориентировки между зернами составляет меньше 5°. RD – направление прокатки. (В) - микрофотография (ПЭМ) показывает распределение наноразмерных карбидов в металлической матрице [14, 15]

Одним из способов создания наноструктуры в реальных изделиях является высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), которая заключается в последовательном выполнении операции горячей деформации и последующей закалке. В зависимости от режимов обработки (температура деформации, ее степень и скорость, схема охлаждения) может быть получена различная структура – от наноразмерной субструктуры с малоугловыми границами в виде дислокационных построений до рекристаллизационной зерновой структуры с большеугловыми границами. Образование полигональной субструктуры с наноразмерами происходит при относительно небольших степенях горячей деформации вблизи пика на диаграмме горячего деформирования. Деформация должна сочетаться с последеформационной выдержкой перед началом охлаждения [16].

Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных свойств сталей является формирование в них нанокристаллических структур (НК) методами интенсивной пластической деформации (ИПД). ИПД путем холодной прокатки формирует в исследуемой стали мелкозернистую структуру α – мартенсита с размером зерна 9 ... 10 нм. После закалки с 1000 °С структура стали двухфазная; α – мартенсит и $\gamma_{\text{ост}}$. Количество $\gamma_{\text{ост}}$ составляет ~30 % и это в 3 раза выше, чем в горячекатаной стали после аналогичной закалки [17].

Учитывая, что для получения требующихся эксплуатационных характеристик конструкционные стали претерпевают несколько этапов термообработки (закалку, отпуск), субструктуру удается наблюдать только в конечном состоянии. Субструктура аустенита, сформировавшегося при горячей деформации, наследуется мартенситом, влияя на его дисперсность и морфологию, и оказывает влияние на процессы отпуска, дисперсность карбидов и субструктуру ферритной матрицы. Субструктура ферритной матрицы имеет размеры элементов в пределах 20 – 100 нм при среднем размере 30 – 40 нм. Размеры карбидов 7 – 10 нм, значительно меньше, чем при обычной закалке даже при ВТМО, выполняемой с большими степенями деформации [16].

Присутствие мелкодисперсных частичек (размером до 10 нм) карбидов, которые препятствуют движению дислокаций, а также способствуют их размножению, в конечном итоге приводит к повышению прочности стали. Например, в закаленных аустенитных сталях с 1% ниобия (12Х18Н10Б) или из 1% титана (12Х18Н10Т) при высокотемпературной (~700 °С) выдержке на дефектах упаковки выделяются когерентно связанные с матрицей кубические карбиды NbC и TiC [18].

Интерес представляют интеллектуальные аустенитные стали с управляемым эффектом памяти формы (ЭПФ) в результате формирования нанокарбидов VC различной формы и размеров. Предложенные интеллектуальные стали (патент РФ № 2270267) отличаются от известных высокой прочностью, пластичностью, технологичностью производства, существенно меньшим содержанием марганца и кремния, возможностью регу-

лирования величины эффекта памяти формы и могут выпускаться в массовых количествах. Проведена выплавка предложенной ЭПФ-стали на заводах Урала и получен листовой прокат шириной 1000 мм. Изготовлены оболочки нагреваемых цилиндрических снарядов для герметизации дефектных обсадных труб в нефтяных скважинах [19].

Получение наноструктурированного аустенита в коррозионно-стойких сталях способствует созданию конструкционного материала, который отличается повышенной коррозионной стойкостью в условиях высоких механических напряжений и при макро- и микроструктурных неоднородностях [9].

Выводы

1. Использование новых наноструктурированных сплавов и сталей может внести существенный вклад в улучшение экологической обстановки окружающей среды за счет применения сплавов, обладающих одновременно целым комплексом свойств. Например, обладанием антибактериальными свойствами за счет введения наночастичек серебра.

2. Наноструктурированные стали обладают повышенными физико-механическими свойствами. Прочность такой стали возрастает в 3 – 4 раза, а твердость – на порядок, при улучшении хладостойкости и многократном увеличении коррозионной стойкости. Таким образом, имея ту же массу детали или конструкции, возможно значительно увеличить несущую способность объекта.

3. В перспективе производство наноструктурированных сталей позволит перейти на новый уровень технологий, что также должно существенно снизить загрязнение окружающей среды.

Литература

1. Сталь [Электронный ресурс]. Википедия. Свободная энциклопедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
2. Металлургический комплекс России [Электронный ресурс]. Википедия. Свободная энциклопедия. Режим доступа: http://geo.metodist.ru/geo-89/metall_rus_2.ppt.
3. Нургаянова О.С. Автоматизированное проектирование жаропрочных никелевых сплавов на основе методов искусственного интеллекта: дис. канд. техн. наук: 05.13.12 / Нургаянова Ольга Сергеевна; Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа., 2006. – 152 с.
4. Колесников В.А. Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Мир Техники и Технологий, 2010. - № 6 -7. – С. 31 – 33.
5. “Техоснастка” выводит на рынок нанопосуду с ионами серебра. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://researchworker.ucoz.ru/news/tekhosnastka_vyvodit_na_rynok_nanoposudu_s_ionami_serebra/2010-09-20-1632.
6. Новый метод создания суперпрочных сплавов [Электронный ресурс] Режим доступа: http://researchworker.ucoz.ru/news/novyj_metod_sozdaniya_superprochnykh_splavov/2010-09-10-1558.
7. Balyts'kyi O. I. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast-irons under sliding friction conditions [Text] / O.I. Balytskyi, V.O. Kolesnikov, P. Kaviak // Materials Science. – vol.41. – № 5.-2005. – p. 624 – 630. <http://www.springerlink.com/content/j317756rm17p4226/fulltext.pdf>.
8. 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.
9. Наноструктурированная аустенитная сталь с высокой стойкостью к питтингу и коррозионному растрескиванию [Электронный ресурс] / Е. Х. Шахпазов [и др.] Режим доступа: http://rusnanotech09.rusnanoforum.ru/Public/LargeDocs/theses/rus/poster/08/Novichkova_O.V.pdf.
10. Российские нанотехнологии. ТОМ 2 №3 – 4 2007 | Акад. Горынин И.В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ "Прометей" в области конструкционных наноматериалов [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://nano.crisp-prometey.ru/nano-structure.pdf>.

11. Больше азотистой стали стране [Электронный ресурс] / И. Имамудинов Режим доступа: <http://www.expert.ru/printissues/expert/2002/05/05ex-news2/>.
12. Наука и инновации в регионах России [Электронный ресурс] Режим доступа: http://regions.extech.ru/innov_ap/firma.php?id=78&deffirm=492.
13. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений, М: Техносфера, 2006.
14. Inverse Temperature Dependence of Toughness in an Ultrafine Grain-Structure Steel. Yuuji Kimura, Tadanobu Inoue, Fuxing Yin, Kaneaki Tsuzaki. Vol. 320. no. 5879, pp. 1057 – 1060. Science 23 May 2008.
15. Сверхпрочная наноструктурированная сталь. Нанометр. Новые материалы. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2008/09/17/new_materials_53969.html.
16. Шаврин О.И. Наноструктура в реальных металлах и их прочность. От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к nanoиндустрии II Всероссийская конференция с международным интернет-участием 8-10 апреля 2009 года. Ижевск С. 131 - 132.
17. Т.М. Махнева Фазовые превращения в низкоуглеродистой легированной стали с нанокристаллической структурой при нагреве. // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к nanoиндустрии II Всероссийская конференция с международным интернет-участием 8-10 апреля 2009 года. Ижевск С. 79.
18. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов, 2001. – 640 с.
19. Важнейшие результаты научных исследований за 2007 год. Физико-технические науки. <http://www.uran.ru/resultats/presid/2007/phts/phts2007.htm>.

У статті зроблено короткий огляд відомостей про нові наноструктуровані сплави та сталі. Показано, що одними з найбільш перспективних видів сталей є високоазотні наноструктуровані сталі. Підкреслено, що використання наноструктурованих сплавів і сталей є екологічно прийнятнішими у порівнянні з традиційними.

Ключові слова: наноструктурована сталь, високоазотиста сталь.

In the article the brief review of information is done about the new nanostructure alloys and steels. It is shown that one of the most perspective types of steels - there are high-nitrogen became nanostructure steel. Nanostructure alloys and steels, is ecologically more acceptable as compared to traditional.

Keywords: the nanostructure steel, high-nitrogen steel.

Колесников Валерий Александрович – к.т.н., зав. каф. инженерных дисциплин Краснодарского факультета Инженерии и Менеджмента ВГУ им. В. Даля.

Балицкий Александр Иванович - проф., д.т.н., зав. отделом водородной стойкости материалов, Физико-механического института им. Г.В. Карпенко НАН Украины (г. Львов).

Рецензент: доц. канд. тех. наук Игнатов Олег Романович.
Проф., д.т.н. Кожемякин Геннадий Николаевич.

*Стаття подана
28.10.2010*

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ**

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ

Збірник наукових праць
Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

№ 1(2) / 2010

Луганськ – 2010

ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ

APPLIED ECOLOGY

№1(2) / 2010

№1(2) / 2010

Збірник наукових праць

Summary of scientific works

Засновано у 2009

It was founded in 2009

Засновник:
Східноукраїнський національний
Університет імені Володимира Даля

The founder is East-Ukrainian National
University of the Volodymyr Dahl

Збірник зареєстровано Міністерством
Юстиції України

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 15606-4078Р
від 18.08.2009

Registered
by the ministry of justice of Ukraine
Registration **certificate**
КВ № 15606-4078Р
dated 18.08.2009

Голова редакційної колегії збірника: Смирний М.Ф., проф., докт.техн. наук.

Редакційна колегія збірника: заступник голови редакційної колегії проф., докт. техн. наук Ромазанов С.К., проф., докт. техн. наук Меркіш Е., проф., докт. техн. наук Олешкович-Попел Ч., проф., докт. екон. наук Гончаров В.Н., проф., докт. техн. наук проф., докт. техн. наук Крайнюк А.И., проф., докт. фіз-мат. наук Голубнічий П.І., проф., докт. техн. наук Куликов Ю.А., проф., докт. с.-х. наук Зубов О.Р., проф., канд. техн. наук Харківський Б.Т., доц., канд. техн. наук Іджер М., доц., канд. техн. наук Ігнатов О.Р.

Відповідальний за випуск
Літературний редактор
Технічний редактор
Комп'ютерний набір
Коректор

Ігнатов О.Р.
Морозова І.А.
Дрововоз Т.Н.
Борисенко К.В.
Руднік Я.В.

В збірник увійшли статті аспірантів, докторантів та викладачів Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля та інших навчальних закладів, що присвячені напрямку „Прикладна екологія”.

Статті прорецензовані членами редакційної колегії.

Збірник підготовлено кафедрою „Екологія” Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (протокол № 5 від 31 грудня 2010 року).

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2010

© East Ukrainian National University of the Volodymyr Dal, 2010

Jerzy Merkisz, Miloslaw Kozak AN ANALYSIS OF PARTICULATE MATTER EMISSIONS FROM A DIESEL PASSENGER CAR FUELLED WITH OXYGENATED FUELS	89
Кошечкина Н.И. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ КОЛЕС ЛОКОМОТИВА	99
Jerzy Merkisz, Marek Waligórski POSSIBILITIES OF THE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS IMPROVEMENT FOR NON ROAD SURFACE TRANSPORT VEHICLES WITH COMBUSTION ENGINES BY THE APPLICATION OF EOB D DIAGNOSTICS REQUIREMENTS	104
Головко Н.С. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ.....	119
Merkisz J., Bajerlein M. THE IMPACT OF DISSILVING OXYGEN IN DIESEL FUEL ON THE TOXIC EXHAUST GAS EMISSION.....	124
Колесникова Е. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ I –II УРОВНЯ АККРЕДИТАЦИИ.....	132
Колесников В., Балицкий А. НОВЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СПЛАВЫ – ОЧЕРЕДНОЙ ШАГ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАНЕТЫ	136
Шпанковский И.В., Яковлева Н.О., Грубич Т.В. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ	142
Jerzy Merkisz, Jacek Pielecha ON ROAD EMISSION TESTS WITH THE USE OF A PORTABLE ANALYZER.....	147
Ежи Меркиш, Милослав Козак, Яцек Пелеха, Мачей Анджеевски ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ОТ СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ И RME.....	159
Харківський Б.Т., Свістун Т. В., Гончаренко О. М. ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	170
Назаренко О.С., Савяк Р.П. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ АНТИОЖЕЛЕДНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ІЗ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА СОДИ.....	174
Поливянчук А.П., Холкина Е.А., Гречишкина Е. А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САЖЕВОГО ФИЛЬТРА.....	182
Свинооров Ю. А., Аптекарь М.Д., Аптекарь В.Ю.	

ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 1(2) / 2010

Відповідальний за випуск
Літературний редактор
Технічний редактор
Коректор
Оригінал - макет

Ігнатов О.Р.
Андропова З.І.
Дроговоз Т.М.
Руднік Я.В.
Борисенко К.В.

Підписано до друку _____
Формат 70×108¹/₁₀. Папір типогр. Гарнітура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. _____. Обл. друк. арк. _____.
Наклад 100 прим. Вид. № _____. Замовлення № _____. Ціна вільна.

Видавництво
Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20 а

Адреса видавництва: 91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а
Телефон: 8 (0642) 41-34-12. Факс: 8 (0642) 46-13-64
e-mail: root@vugu.lumsi.legansk.ua
http: //www.snu.edu.ua

Колесников В.А., Балицкий А.И. Новые наноструктурированные сплавы – очередной шаг к экологической безопасности планеты // Збірник наук. Праць СНУ ім. В. Даля, № 1 (2). Прикладна екологія. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 137 - 142.

Нові наноструктуровані сплави - черговий крок до екологічної безпеки планети.

New nanostructured alloys - another step towards the environmental safety of the planet.

https://www.researchgate.net/publication/291330070_70_Kolesnikov_VA_Balickij_AI_Novye_nanostrukturirovannye_splavy_-_ocerednoj_sag_k_ekologiceskoj_bezопасnosti_planety_Zbirnik_nauk_Prac_SNU_im_V_Dala_No_1_2_Prikladna_ekologia_-_Lugansk_vid-vo_SNU_im_V/references

https://kolesnikov.ucoz.com/load/novye_nanostrukturirovannye_splavy_очередной_шаг_k_экологической_безопасности_planety/1-1-0-170