

*Я.В.Коровин, студ. гр. Кз 092,
Е.О. Савченко, студ. гр. К 209,
Научн. рук. В.А. Колесников, доц., к.т.н.,
зав. каф. Инженерных дисциплин,
зам. декана по научной работе,
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля,
Краснодонский факультет инженерии и менеджмента*

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Сделан краткий обзор о влиянии водорода на эксплуатационные свойства деталей изготовленных из металлических сплавов.

Ключевые слова: водород, металлические сплавы.

1.Состояние проблемы. Поглощение металлами и сплавами водорода приводит к существенным изменениям их механических свойств, наиболее характерным является снижение пластичности, известное под названием «водородной хрупкости». В настоящее время внимание ученых приковано к исследованию атомов водорода и его взаимодействию с металлами и сплавами [1, 2]. Водород содержится в атмосфере, в водородсодержащих средах (смазки, топливо, охлаждающие жидкости), может попадать внутрь металлов и сплавов в процессе плавки. Поэтому необходимо правильно оценивать роль водорода на эксплуатационные характеристики металлов и сплавов.

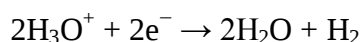
2.Основная часть. Из-за малости атомного радиуса водород относится к немногочисленной группе элементов, способных давать с металлическими фазами сплавов твердые растворы внедрения. Твердые растворы водород может давать с железом в обеих его структурах и с никелем. При изучении поглощения металлом водорода и поведения этой примеси при различном внешнем воздействии на металл, например, при деформировании, возникают, однако, некоторые специфические трудности, связанные с особенностями этого элемента. Одна из этих трудностей заключается в том, что водород способен выделяться в несплошностях металла в виде газовой молекулярной фазы [3].

Водород, локализованный в междоузлиях металлической матрицы слабо искажает кристаллическую решётку. С точки зрения статистической физики реализуется модель взаимодействующего «решётчного газа». Особый интерес представляет исследование термодинамических и кинетических свойств вблизи точек фазового перехода. При низких температурах образуется квантовая подсистема с большой энергией нулевых колебаний и с большой амплитудой смещения. Это позволяет изучать квантовые эффекты при фазовых превращениях. Большая подвижность атомов водорода в металле делает возможным изучение процессов диффузии. Другим направлением исследований являются физика и физхимия поверхностных явлений взаимодействия водорода с металлами: распад молекулы водорода и адсорбция на поверхности атомарного водорода. Особый интерес представляет случай, когда начальное состояние водорода является атомарным, а конечное — молекулярным. Это важно при создании метастабильных металл-водородных систем [4].

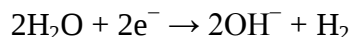
Под водородным охрупчиванием мы обычно подразумеваем снижение пластических свойств металла (уменьшение относительного удлинения и сужения площади поперечного сечения образца при растяжении), наблюдаемое в известных условиях в присутствии водорода в стали. При определенном содержании водорода отмечается исчезновение предела текучести, а у высокопрочных сталей и снижение предела прочности. Способ насыщения (катодная поляризация, травление, высокотемпературное насыщение газообразным водородом) при относительно небольших концентрациях введенного водорода не сказывается на получаемых при испытании результатах. Влияние водорода проявляется уже при $1\text{--}2\text{ см}^3/100\text{ г}$ и с дальнейшим повышением концентрации пластичность и истинное сопротивление металла разрушению пропорционально снижаются. При $5\text{--}10\text{ см}^3/100\text{ г}$ пластичность металла минимальна и не изменяется с дальнейшим повышением содержания водорода. С ростом его концентрации изменяется и характер разрушения образца — от вязкого к типично хрупкому (разрушение сколом). Водородное охрупчивание наблюдается только в температурном интервале от -100°С до $+100^\circ\text{С}$ и уменьшается с повышением скорости деформации. При высоких скоростях деформации, например при испытании на удар, охрупчивание обычно не проявляется. Это обстоятельство и восстановление пластичности после удаления водорода свидетельствуют о том, что водородная хрупкость — следствие присутствия в металле диффузионно свободного водорода, а не остаточных явлений, вызванных наводороживанием. Остаточные явления наблюдаются только после наводороживания легированных углеродистых сталей в условиях высоких температур и давлений, что связано с гидрированием цементита карбидной фазы у границ зерен и в результате снижением межкристаллитной прочности [101] [5].

Водородная коррозия вызывает изменение механических свойств металлов (повышается хрупкость стали, происходит ее расслоение, «пузырение»). Хрупкое разрушение при водородной коррозии происходит в тех случаях, когда сталь имеет высокие прочностные показатели (высокоуглеродистая сталь). Мягкие пластичные стали могут подвергаться расслоению, пузырению. Причиной водородной коррозии является диффузия водорода в сталь и другие материалы, происходящая при высоких температурах. Это может иметь место, например, в аппаратуре для синтеза аммиака [6].

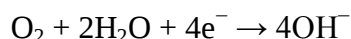
Если происходит восстановление ионов H_3O^+ или молекул воды H_2O , говорят о водородной коррозии или коррозии с водородной деполяризацией. Восстановление ионов происходит по следующей схеме:



или



Если водород не выделяется, что часто происходит в нейтральной или сильно щелочной среде, происходит восстановление кислорода и здесь говорят о кислородной коррозии или коррозии с кислородной деполяризацией:



Коррозионный элемент может образовываться не только при соприкосновении двух различных металлов. Коррозионный элемент образуется и в случае одного металла, если, например, структура поверхности неоднородна.

Как уже было сказано выше, водород может проникать в поверхностные и подповерхностные слои сплавов в условиях трения из атмосферы или смазочного материала. Даже очень хорошо подготовленная поверхность стали 0,63 при детальном рассмотрении под микроскопом имеет вид вспаханного поля с чередой пиков, кратеров и редких равнин

между ними. Для обеспечения технологической твердости поверхности была проведена химико-термическая обработка, обеспечивающая прочность поверхности металла 58:63 HRC_э. В процессе движения контактируемых поверхностей относительно друг друга, их наиболее выступающие пики вступают в соприкосновение и разрушаются, образуя в зоне разрушения микропика - микрократер, причем вследствие ХТО межзеренное пространство становится менее прочным из-за внедрения атомов элементов с малым сечением ядра (H⁺), что ведет к 70% разрушению межкристаллитно и только 30% транскристаллитно. Без проведения упрочнения поверхностей скорость разрушения повышается в 3-10 раз. В каждый следующий момент будут соприкасаться, и разрушаться другие микропики микрорельефа (причем, вследствие эффекта микроканавок, возбуждается процесс автоколебаний, который раскачивает отдельные пики, вводя их в резонанс) добавляя в масло все новые и новые частицы металла, увеличивая зазоры (рис.1).

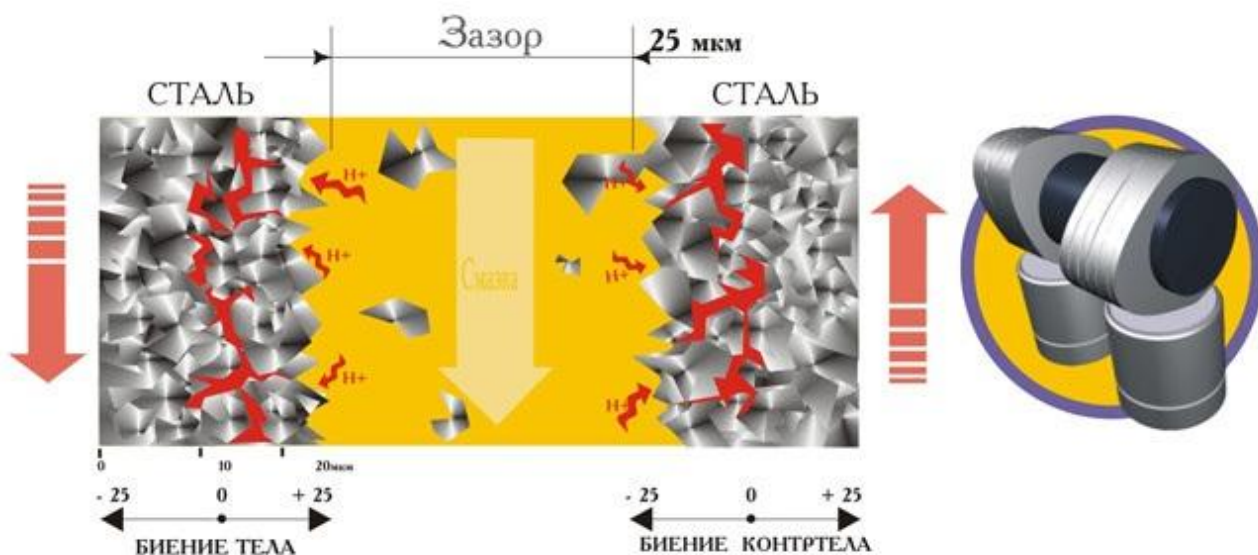


Рис. 1. Схема поверхностных слоёв трения стальных деталей в условиях трения. Влияние водорода на процессы разрушения в процессе трибозаимодействия [7]

Кроме того, масло претерпевает из-за действия температуры и механоактивации деструкцию, образуя атомарный водород, который является мощным катализатором и устремляется в зону повышенных температур. Подповерхностный слой, нагреваемый за счет пластических деформаций, вызываемых сдвиговыми усилиями и тем, что поверхностный слой более прочный и имеет лучший теплоотвод.

Атомарный водород заполняет поры, микротрещины и дислокации подповерхностного слоя. Вступая в химические реакции с металлом, образуя хрупкие гидраты и взаимодействуя друг с другом, образует молекулярный водород, который, накапливаясь в любых полостях, расклинивает их, разрушая металл, так как создаваемые усилия превышают предел прочности металла. Таким образом, происходит чешуйчатое отслоение.

За счет эффекта Ребиндера, образование гидратов (хрупких соединений) происходит и на поверхности металла, что подтверждает, что прочность создаваемых поверхностных слоев без учета защиты от атомарного водорода не решает проблемы. Надо помнить, ХТО неравномерно упрочняет металл, а это ведет к тому, что в межзеренном пространстве накапливается большое количество мелких атомов, используемых для деформации решетки металла, а это охрупчивает межзеренное пространство, и проводимые в дальнейшем мероприятия (низкий отпуск и др.) не обеспечивают гомогенизации или резко повышают цену продукции. За счет увеличения зазора между контактируемыми поверхностями, повышается амплитуда биения, что ускоряет процесс разрушения. Масло имеет вязкость до 100 сантистокс, поэтому

может работать только как охлаждающая жидкость и только в случае эффекта <масляного клина> как смазочный вариант, т.к. при даже средненагруженных узлах, смазочный материал должен иметь вязкость не менее 1000 сантистокс. Однако использовать эффект <масляного клина> при создании конструкции довольно сложная задача:

- сложность подвода масла в зону контакта при требуемом давлении;
- чистота масла;
- сложность узлов уплотнения;
- сложность в обеспечении параллельных каналов от засорения.

- Причем, на данном уровне промышленности вообще использовать эффект можно только в закрытых формах движения и невозможно на таких узлах, как зубчатые колеса и подшипники качения, а также открытые, как рельс-колесо.

Поэтому, до последнего времени задача увеличения моторесурса решалась путем улучшения свойств материалов контактируемых деталей [8 -10], специальной обработкой поверхностей [11] и улучшением свойств применяемых масел [12].

Выводы. Водород как правило отрицательно влияет на эксплуатационную стойкость деталей из различных металлов и сплавов. Выделяясь из водородсодержащих сред он способствует разрушению поверхностных и подповерхностных слоев деталей. Такие процессы могут проходить в условиях трения. Также известны такие виды разрушения: как водородное охрупчивание и водородная коррозия. В дальнейшем для предотвращения таких опасных видов разрушения необходимо всестороннее изучение влияния водорода на эксплуатационную стойкость деталей и сплавов.

Литература

1. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. современные представления об атоме водовода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.
2. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводороживания // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання, 2009. – № 5 <http://nbuv.gov.ua/e-journals/Vsunud/2009-5E/09kvaspn.htm>.
3. Водородная хрупкость железа, стали и никеля. [Электронный ресурс]. Сайт о научно-технической информации. Режим доступа: <http://researchworker.info>.
4. Водород. Материал из Википедии Свободной энциклопедии. [Электронный ресурс]. Википедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
5. Водород и азот в стали [Электронный ресурс]. Промышленность: металлургия . Режим доступа: http://freemetall.ru/post_1297171368.html.
6. Химическая коррозия. [Электронный ресурс]. Персональный сайт профессора Андреева И.Н. Режим доступа: <http://andreevin.narod.ru>.
7. AG – система оптимизации трения. [Электронный ресурс]. Технолгия ремонта. Режим доступа: http://www.agtech.ru/alu_tech_rem.htm.
8. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of the wear products of austenitic manganese cast irons. Materials Science. Volume 40, Issue 1, January 2004, Pages 78-82.
9. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kubicki, E. Enhancement of the crack resistance of manganese cast irons. Fiziko-Khimicheskaya Mekhanika Materialov. Volume 41, Issue 1, 2005, Pages 63-68.
10. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of wear products of high-nitrogen manganese steels. Materials Science. Volume 45, Issue 4, July 2009, Pages 576-581.
11. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kawiak, P. Triboengineering properties of austenitic manganese steels and cast irons under the conditions of sliding friction. Materials Science. Volume 41, Issue 5, September 2005, Pages 624-630.
12. Balitskii, A.A., Kolesnikov, V.A., Vus, O.B. Tribotechnical properties of nitrogen manganese steels under rolling friction at addition of (GaSe)_xIn_{1-x} powders into contact zone. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii. Volume 32, Issue 5, May 2010, Pages 685-695.

<i>Назаренко О.С., Куцька Н.Б., Каркавіна І.А.</i> АНАЛІЗ РЕКРЕАЦІЙНИЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА РУБІЖНЕ ТА ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ СИТУАЦІЇ	85
<i>Резнікова А.О., Макухін Г.А.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ	89
<i>Робер Ю.М., Приблуда К.Р.</i> ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНА	93
<i>Ляшевич Ю.Л., Назаренко Е.С.</i> ВЛИЯНИЕ ЛИСИЧАНСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	96
<i>Куцька Н.Б., Тарасенко О.В., Бережна М.В.</i> ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ ТА ЇЇ ПРИТОКІВ В МЕЖАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	100
<i>Курылёв В.О., Тупельняк О.Л., Колесников В.А.</i> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА КАК ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ	104
<i>Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А.</i> ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ	108
<i>В.Ф. Косенко</i> ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА – ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА	112
<i>Харьковский Б. Т., Ушаков Ю. Г., Ушакова Н., Д., Касьян В. Д.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕ	115
<i>Форошук В. П., Ануфриева Е. В.</i> ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЕЙ	118
<i>Колесникова Е.Б.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЛУГАНЩИНЫ	120
<i>Лисицина М.С.</i> РОЛЬ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РАЗВИТИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ	123
<i>Харьковский Б. Т., Ушаков Ю.Г., Ушакова Н. Д., Касьян В. Д.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ФИЛЬТРАХ С НАСЫПНЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	127
<i>Губачева Л.А., Андреев А.А., Шевченко Д.Ю.</i> ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЛЛЕТНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТА	129
<i>Куриная Н.В., Рудковская Я.В.</i> ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДА	133
<i>Шенгеля Г. А.</i> ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА ДОНБАСУ ЯК ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ УКРАЇНИ	135
<i>Гегельский В.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И АЛЬТЕРНАТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ В ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ КАК УГОЛЬНОМ РЕГИОНЕ	138
<i>Макаришина Ю.І.</i> ВПЛИВ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ	142
<i>Бахтин Е.А.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ	146
<i>Тесля Т.Е.</i> СОСТОЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ	151
<i>Парамонова Д., Дорошко В.В.</i> СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗА СЧЕТ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «КРАСНОДОН-УГОЛЬ»	155
<i>Домская А.С., Куриная Н.В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ : КАК СРЕДСТВО ВЫХОДА ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА	159
<i>Черних В.І., Бабакова О.С.</i> ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ШАХТИ МОЛОДОГВАРДІЙСЬКА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	162
<i>Черних В.І., Кіященко В.В</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	167

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ

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

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 травня 2011 р
м. Краснодон

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ
ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ

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

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 травня 2011 р
м. Краснодон

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рецензенти:

Рамазанов С.К.— професор, д.т.н., д.е.н.

Харковський Б.Т. – професор, к.т.н.

Родіонов О.В. – проф., д.е.н.

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
(протокол № 11 від " 24 " 06. 2011 р.)

Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А. Влияние водорода на эксплуатационные свойства деталей из металлических сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодар. – С. 108 - 111.

Вплив водню на експлуатаційні властивості деталей з металевих сплавів.

The effect of hydrogen on the performance properties of tools made of metal alloys.

Сделан краткий обзор о влиянии водорода на эксплуатационные свойства деталей изготовленных из металлических сплавов.

Ключевые слова: водород, металлические сплавы.

Ключові слова: водень, металеві сплави.

Keywords: hydrogen, metal alloys.

https://www.researchgate.net/publication/337398239_Korovin_AV_Savcenko_EO_Kolesnikov_VA_Vlianie_vodoroda_na_ekspluatacionnye_svojstva_detalej_iz_metallicheskih_splavov_Materiali_IV_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekonomichni_ekologichni_ta_soc

https://kolesnikov.ucoz.com/load/vlijanie_vodoroda_na_ekspluatacionnye_svojstva_detalej_iz_metallicheskih_splavov/1-1-0-158