

(математические ожидания) произведения $B_1(H), B_2(H)$ и сигналов $B_1(H), B_2(H)$ соответственно; $\sigma[B_1(H)], \sigma[B_2(H)]$ – средние квадратические отклонения сигналов $B_1(H)$ и $B_2(H)$ соответственно.

В результате проведенных исследований нами была получена следующая аналитическая оценка ковариации между сигналами $B_1(H), B_2(H)$:

$$\text{cov}[B_1(H), B_2(H)] = \frac{\bar{B}_2(H)}{\bar{B}_0(H) - \bar{B}_1(H)} \left\{ \frac{\bar{B}_1(H)}{\bar{B}_0(H)} \sigma^2[B_0(H)] - \sigma^2[B_1(H)] \right\}, \quad (2)$$

где $\bar{B}_0(H)$ – среднее значение (математическое ожидание) сигнала $B_0(H)$; $\sigma^2[B_0(H)], \sigma^2[B_1(H)]$ – дисперсии сигналов $B_0(H)$ и $B_1(H)$ соответственно.

По формулам (1) и (2) нами были вычислены в программе MathCAD коэффициенты корреляции между выходными сигналами сэндвич-детектора со следующей структурой: первый детектор CsI – промежуточный фильтр (медь) – второй (задний) детектор в виде детектора полного поглощения CsI. Расчеты проведены при максимальной энергии $E_0 = 140, 150, 160$ кэВ для следующих материалов ОК: пластик, алюминий и железо.

Список публикаций:

[1] Удод В. А., Ван Я., Осипов С. П., Чахлов С. В., Усачев В. Ю., Лебедев М.Б., Темник А.К. // Дефектоскопия. 2016. № 9. С. 11-28.

[2] Осипов С. П., Удод В. А., Ван Я. // Дефектоскопия. 2017. № 8. С. 35-56.

[3] Осипов С. П., Усачев В. Ю., Чахлов С. В., Щетинкин С. А., Камышева Е. Н. // Дефектоскопия. 2018. № 11. С. 57-68.

[4] Fredenberg E. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 2018. V. 878. Pp. 74-87.

Изменение свойств нанопорошка железа при длительном хранении

Назаренко Ольга Брониславовна

Сечин Александр Иванович

Амелькович Юлия Александровна

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Сечин Александр Иванович, д.т.н.

E-mail: olganaz@tpu.ru

Нанопорошки (НП) металлов в последние годы привлекают внимание исследователей благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам и возможности с их помощью удовлетворить потребности современных отраслей промышленности в высококачественных новых материалах и веществах. НП железа успешно используются для очистки подземных и сточных вод от загрязнителей, в пиротехнических системах, магнитных композитах, биомедицине и катализе. Во время хранения НП металлов под воздействием влажности, температуры, вибрации, света и других факторов в них протекают процессы старения, приводящие к изменению свойств НП металлов, что ограничивает их практическое применение. Кроме того, в связи с высокой реакционной способностью, являются актуальными вопросы обеспечения пожарной и взрывобезопасности производств, связанных с обработкой НП металлов.

Целью работы являлось исследование влияния длительного хранения (18 лет) НП железа, полученного при электрическом взрыве проводников (ЭВП), на термическую стабильность и на характеристики пожароопасности.

НП железа был получен методом ЭВП в аргоне в Томском политехническом университете. Непосредственно после получения был проведен процесс пассивирования НП смесью аргон+0,1 об. % воздуха, что привело к образованию оксидной оболочки. НП железа хранили в закрытом контейнере в естественных условиях в течение 18 лет. Свойства НП железа изучали с помощью рентгенофазового анализа (РФА), сканирующей электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии (ИК), термического анализа. Для оценки пожароопасных свойств НП железа определяли скорость распространения пламени в насыпном слое порошков согласно ГОСТ 10433-88 «Скорость распространения пламени. Приложение 5».

Согласно данным РФА основной кристаллической фазой НП железа является α -Fe, а оксид железа в поверхностном слое является аморфным, только после хранения в течение 18 лет в НП железа появились рефлексы низкой интенсивности, соответствующие кристаллическому оксиду железа. ИК-

спектр НП железа характеризуется наличием нескольких полос поглощения в диапазоне 635–430 см⁻¹, вызванных колебаниями функциональных групп Fe–O. Можно предположить, что поверхностный слой частиц НП содержит γ -Fe₂O₃ и Fe₃O₄. Также ИК-спектр НП железа содержит полосы низкой интенсивности, указывающие на наличие на поверхности частиц адсорбированных молекул воды и структурных гидроксильных групп.

Окисление НП железа при нагревании до 1000 °С происходит в несколько стадий с максимумами на зависимости ДСК при 371, 560 и 631 °С. Кроме того, наблюдается слабо выраженный тепловой эффект с максимумом примерно при 280 °С. Температура начала окисления НП железа составила 163 °С, степень окисления 41,7 %, общий удельный тепловой эффект 9188 Дж/г.

Оценка скорости распространения пламени в насыпном слое проводилась для свежеполученного НП железа и после хранения этого порошка в течение 11, 13, 16 и 18 лет. Результаты определения величины скорости распространения пламени и длины фронта горения представлены в таблице:

Длина фронта горения, мм					Скорость распространения пламени, мм/с				
Время хранения, лет									
0	11	13	16	18	0	11	13	16	18
18–18.5	20–23	19–19.5	11–12	25–27	2.0	1.3	2.1	1.0	1.3

Параметры горения НП железа имеют тенденцию к снижению интенсивности с увеличением времени хранения. Некоторый разброс указанных параметров зависит от условий экспериментов: например, разница по атмосферному давлению в отдельное время экспериментальных исследований составляла до 40 мм рт. ст. (>5 кПа), по температуре – до 6 °С, по влажности – от 40 до 80 %. Кроме того, полученные результаты могут зависеть от продолжительности подготовительного периода к эксперименту. В то же время известно, что большинство стандартов и процедур, связанных с измерением характеристик горения и взрыва порошкообразных материалов, пренебрегают влиянием влажности. Очевидно, что на параметры горения НП железа влияют параметры окружающей среды, в большей степени влажность атмосферного воздуха. Эти обстоятельства требуют разработки соответствующих мер для обработки и хранения НП железа в производственных условиях.

Оценка вероятности безотказной работы объектов нефтегазового комплекса по результатам диагностики

Нассонов Валерий Викторович

Балина Ольга Владимировна

Тюменский индустриальный университет

E-mail: nassonovv@tyuiu.ru

Внедрение в практику эксплуатации риск-ориентированного подхода вызвало необходимость проведения оценки риска аварий объекта контроля после его диагностики. Методы дефектоскопии позволяют найти предвестников фатального разрушения - трещины и другие дефекты, требующие немедленного устранения. Неопределенность в оценку вероятности разрушения вносит усталостное нагружение, а также коррозия. В ряде публикаций описан положительный опыт использования коэрцитивной силы для оценки эксплуатационных повреждений грузоподъемных механизмов с преимущественно одноосными напряжениями в элементах конструкций. Для сосудов, работающих под давлением и других объектов, с более сложным напряженным состоянием, подобных однозначных зависимостей пока не найдено.

Целью работы является анализ опыта применения методов оценки вероятности разрушения объекта экспертизы с учетом условий эксплуатации до и после диагностирования.

Для резервуарных парков сжиженного пропана или широкой фракции легких углеводородов колебания давления и уровня жидкости при эксплуатации носят повторяющийся характер, что позволяет считать режим нагружения близким к стационарному и использовать методы расчета вероятности разрушения различных типов сварных соединений [1]. Когда историю нагружения можно реконструировать только по указанным в технологическом регламенте допускаемым изменениям режима эксплуатации, применяются методики расчета на прочность, в которых определяется не вероятность разрушения после определенной наработки, а исчерпание допустимого количества циклов относительно