

В силовых трансформаторах с масляным охлаждением данный дефект обнаруживается по выделению горючего газа в газовом реле и работе реле на сигнал или отключение. В сухих трансформаторах вопрос определения замыкания между витками обмоток актуален и может привести к unplanned выходу из строя трансформатора и отключению потребителей от системы электроснабжения.

Данное повреждение может быть вызвано недостаточной изоляцией переходных соединений, продавливанием изоляции витков при опрессовке или из-за заусенцев на меди витка, механическими повреждениями изоляции, естественным износом, перенапряжениями, электродинамическими усилиями при коротких замыканиях и т. д.

По замкнутым накоротко виткам проходит ток большей силы, причем ток в фазе может лишь незначительно возрасти; изоляция витков быстро сгорает, могут выгорать сами витки, причем возможно разрушение и соседних витков.

Если число замкнутых витков значительно, то в короткий промежуток времени обмотки и магнитопровод сильно нагреваются. Замыкание между витками также сопровождается уменьшением сопротивления фазы, где возникло замыкание.

В качестве объекта исследования использовался однофазный трансформатор. При проведении опытов изменялась нагрузка при неизменном $\cos\varphi_2$ и производились короткие замыкания одного, трех и пяти витков на первичной и вторичной обмотках. Производилось измерение: токов, активных, реактивных и полных мощностей, $\cos\varphi_1$, $\cos\varphi_2$, температуры обмоток в месте замыкания, напряжений, с помощью датчика дыма «умный нос» контролировалось появление фракций в воздухе.

На основании экспериментов установлено, что при межвитковом коротком замыкании увеличивается активная мощность первичной обмотки и $\cos\varphi_1$, происходит скачок температуры (за время 5–15 с рост составил более 30 °С). Следовательно, активные мощности, токи, $\cos\varphi_1$, температуру и датчик дыма следует учитывать при детектировании межвиткового замыкания, используя ИНС. Был разработан программно-аппаратный комплекс диагностирования межвиткового замыкания в программе Matlab 17, который был обучен для однофазного воздушного трансформатора мощностью 280 В·А. Затем проведен этап верификации и апробации результатов, который подтвердил диагностирование межвиткового замыкания даже для двух витков.

Полученные результаты и аналитическая модель стали основой лабораторной работы для дисциплины «Математические модели ЭПС». Отслеживая в режиме реального времени возможные текущие сбои, можно снизить количество unplanned ремонтов и отказов указанного оборудования.

Список литературы

1 Построение интеллектуальной электрической сети для передающих и распределительных энергокомпаний // IVMBusinessConsultingServices. – М., 2005. – 20 с.

2 **Галушко, В. Н.** Прогнозирование потребления электрической энергии дистанции электроснабжения с помощью искусственных нейронных сетей / В. Н. Галушко, А. В. Дробов, И. Л. Громыко // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 274–275.

3 **Каменев, А. С.** Нейромоделирование как инструмент интеллектуализации энергоинформационных сетей / А. С. Каменев, С. Ю. Королев, В. Н. Сокотуценко ; под ред. В. В. Бушуева. – М. : Энергия, 2012. – 124 с.

УДК 628.3

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНОГО СОРБЕНТА ИЗ ОСАДКОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

О. Н. ГОРЕЛАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Отходы производства на сегодня стали одним из глобальных факторов, влияющих на качество жизни современного общества. Одним из положительных аспектов стало вовлечение их в хозяйственный оборот, причем с целью не только уменьшения количественных показателей самих объемов образующихся отходов и снижения их негативного влияния на окружающую среду, но и потребления неиспользованного сырья, в том числе и полезных ископаемых.

Отходы, образующиеся на станциях водоподготовки в результате промывки фильтров станций обезжелезивания, являются весьма перспективным направлением наряду с такими отходами водоподготовки, как ионообменные смолы и осадки коагуляции. Заинтересованность в разработке данного направления вызывает как постоянство элементного состава, так и отсутствие высокотоксичных компонентов в исходном сырье [1–3].

Из исследований ученых известно, что шламы водоподготовки используют как без обработки, так и обработанных: методом экструзии, гранулированием в жидкой среде и методом окатывания на тарельчатом грануляторе, таблетирование с добавлением различных связующих жидкостей и т. д. Ранее нами было предложено получение наноструктурированных сорбционных материалов для удаления нефтепродуктов из водных сред [1, 2, 4].

В данной работе в качестве железосодержащих прекурсоров для синтеза (методом экзотермического горения из растворов [5, 6]) использовались растворы кислотного (азотная кислота) выщелачивания железосодержащих осадков станций обезжелезивания. В качестве восстановителя использовались лимонная кислота, мочевины, глицин, гексаметилен тетраамин с мольным соотношением «окислитель – восстановитель», равным 1.

Полученные образцы были проанализированы по величине адсорбционного равновесия и нефтеемкости. Эксперименты по адсорбционному равновесию проводились при одинаковых условиях с периодическим перемешиванием в течение 24 часов. После адсорбции твердую фазу отделяли от жидкой центрифугированием. Анализ всех растворов на содержание искусственно добавленного загрязнителя проводили по определению оптической плотности на характерной длине волны 645 нм с использованием спектрофотометра PV 1251C Solar [7].

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

- исследуемые образцы характеризуются достаточно высокими значениями полной статической обменной емкости (ПСОЕ): от 3,0 до 4,2 мг/г.
- наиболее перспективными являются сорбенты, полученные при температуре 700 °С.
- полученные сорбенты обладают достаточно высокой удельной поверхностью (более 150 м²/г), сравнимой с суммарной площадью поверхности пористых адсорбентов;
- нефтеемкость, определенная для образцов сорбента, достигает значений 6,09 г/г и сопоставима с нефтеемкостью природных органических материалов и некоторых композиционных материалов, предлагаемых в качестве нефтяных сорбентов.

Дальнейшая работа будет направлена на более детальный анализ состава и свойств исследуемых материалов и получение на их основе магнитных сорбентов с высокоразвитой поверхностью.

Список литературы

- 1 Железосодержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / В. И. Романовский [и др.] // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2019. – № 4. – С. 18–22.
- 2 Романовский, В. И. Магнитные сорбенты для удаления нефтепродуктов из водных сред / В. И. Романовский, О. Н. Горелая, А. А. Хорт // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1 ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 215–216.
- 3 Горелая, О. Н. Синтез наноструктурированных сорбентов нефтепродуктов из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / О. Н. Горелая, Е. В. Романовская // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1 ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 415 с. – С. 277–279.
- 4 Горелая, О. Н. Влияние условий синтеза на фазовый состав магнитных сорбентов из осадков станций обезжелезивания / О. Н. Горелая, Е. В. Романовская // Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 258–260.
- 5 Получение каталитических материалов для водоподготовки и очистки сточных вод из отходов станций обезжелезивания / В. И. Романовский [и др.] // Вода magazine. – 2017. – № 6 (118). – С. 12–15.
- 6 Modified activated carbon for deironing of underground water / D. Propolsky [et al.] / Environmental Research. – 2020. – Vol. 182. – P. 108996.
- 7 Горелая, О. Н. Магнитный сорбент из отходов водоподготовки для очистки нефтесодержащих сточных вод / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2. – С. 61–64.