

Н.М. Табатабаеи<sup>1</sup>, А.М. Гашимов<sup>2</sup>, К.Б. Гурбанов<sup>2</sup>, М.А. Гасанов<sup>2</sup>

### ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

<sup>1</sup>*Азербайджанский Университет Тарбиат Моаллем, Табриз, Иран*

*Р.О. ВОХ: 51745-406, Табриз, Иран*

<sup>2</sup>*Институт физики НАН Азербайджанской Республики  
пр. Г. Джавида, 33, г. Баку, 370143, Азербайджан*

Непрерывно возрастающая мощность и значительное повышение электрических градиентов в высоковольтной аппаратуре сопряжены с изменением условий работы изоляционных материалов, в частности, трансформаторных и конденсаторных масел. Создание более жестких условий для работы масел в современных агрегатах вызывает повышенное требование к эксплуатационным свойствам масел, используемых в качестве изоляционных и охлаждающих сред. Наряду с этим в современной науке и технике активно развивается направление, связанное с получением особо чистых веществ. Наличие в основных сырьевых материалах различных по химическому составу примесей приводит к усложнению и удорожанию технологических процессов, а также ухудшает физико-химические свойства получаемых конечных материалов. Для удовлетворения повышенных требований к качеству тех или иных материалов, в том числе изоляционных масел, необходимо повысить эффективность существующих способов производства и очистки материалов.

Используемые в настоящее время на практике методы очистки трансформаторных масел являются периодическими, многостадийными процессами, имеющими ряд существенных недостатков. Принципиальный недостаток существующих методов состоит в том что в целях очистки от примесей масла приводят в контакт с кислотами, щелочью, водой и другими веществами, что улучшает параметры и свойства масел, но вместе с тем отрицательно действует на природу и структуру углеводородных соединений. Из применяемых методов очистки с использованием твердых адсорбентов имеют некоторые преимущества.

Адсорбционные процессы, протекающие при контактировании жидкостей с поверхностью твердого тела, широко используются в химической промышленности и других отраслях техники. Перспективность адсорбционного метода, потребности практики требуют изучения возможностей дальнейшей интенсификации адсорбционных процессов, создания средств управления ими в ходе проведения технологических операций. Одним из средств управления является воздействие на протекание адсорбционного процесса электрическими разрядами. Эффективность такого воздействия определяется не только возможностью управления, но и другими преимуществами: возможностью прямого вмешательства в протекание сорбционного процесса, малой энергоемкостью, экономичностью, технологичностью.

В представленной работе применялся способ очистки трансформаторных масел от примесей с использованием воздействий электрических разрядов на сорбционную систему.

Исследованию подвергались образцы трансформаторного масла производства Бакинского завода, бывшие в употреблении (образец 1), и образцы из той же партии масла, бывшие в употреблении и подвергнутые процессам регенерации стандартным адсорбционным методом (образец 2); электрическая прочность масла соответствовала 23 и 37 кВ/см. Воздействие электрического разряда осуше-

ствлялось в реакторе при непосредственном прохождении масла через адсорбер. Исследования проводились методом сравнения результатов, полученных в процессах очистки стандартным адсорбционным методом, с результатами, полученными при воздействии электрических разрядов. При этом обеспечивалась строгая идентичность остальных условий проводимых экспериментов. В качестве твердого адсорбента использовался силикагель марки КСК. Электроразрядное воздействие на адсорбционный процесс осуществлялось применением коронного разряда системы провод – цилиндр. Силикагель предварительно подвергался термообработке с вакуумированием при температуре  $T = 200^{\circ}\text{C}$  в течение 5 часов.

В таблице приведены результаты исследований процессов очистки трансформаторного масла традиционным адсорбционным методом и в условиях воздействия электрического разряда при различных значениях приложенного напряжения.

#### Результаты очистки масла с использованием электрических воздействий

№	U, кВ	Кислотное число образцов 2 Мг КОН/г	Количество воды, % вес	Исходное $E_{np}$ образцов 1 ~23 кВ/см $E_{np}, \text{кВ/см}$	Исходное $E_{np}$ образцов 1 ~37 кВ/см $E_{np}, \text{кВ/см}$
1	0	0,022	Отсутствует	38	40
2	3	0,016	Отсутствует	44,5	45,4
3	6	0,02	Отсутствует	46,2	46,5
4	9	0,016	Отсутствует	48,6	49,2
5	12	0,019	Отсутствует	52,5	58,6

*Примечание.* Объемная скорость прохождения жидкости  $v=0,5$  л/г; температура вспышки  $T=138^{\circ}\text{C}$ ; кислотное число образцов 1 Мг КОН /г = 0,12; нейтральность нейтральная.

С увеличением мощности электроразрядной обработки образцов, пробивная прочность масел существенно повышается ( $E_{np.обр.1} \sim 50$  кВ/см;  $E_{np.обр.2} \sim 58$  кВ/см). При этом, показатели других характеристик масел существенно не меняются.

Установленные факты увеличения пробивных прочностей образцов масла, по-видимому, связаны с уменьшением количества связанной воды в масле, происходящее с воздействием на адсорбционную систему электрического разряда; присутствие воды не фиксируется при применении гидрида кальция метода определения влажности.

Целью дальнейшего исследования было изучение влияния электрических разрядов на состояние и адсорбируемость влаги, содержащейся в масле. Электроразрядное воздействие на образцы масла, не содержащего растворенную воду, осуществлялось факельным разрядом в конструкции, представленной на рис.1.

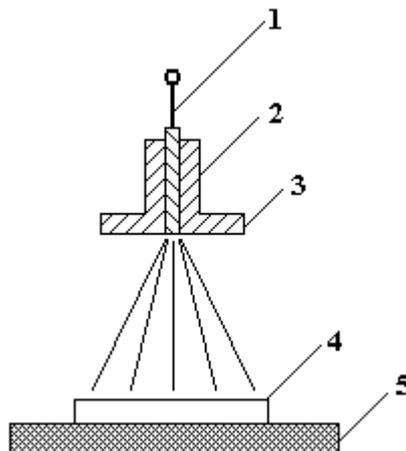


Рис.1. Схема электродов факельного разряда. 1 – факелообразующий электрод; 2 – цилиндрический участок из фарфорового материала; 3 – фторопластовый наконечник; 4 – диэлектрический образец; 5 – плоский электрод

Установлено, что после кратковременного воздействия электрического разряда в объеме масло появляется растворенная вода, которая фиксируется гидридкальцевым методом и хорошо адсорбируется на сорбенте в условиях воздействия электрических разрядов.

На рис.2 представлена масс-спектрограмма, характеризующая появление в масле влаги, в растворном состоянии, при воздействии факельного разряда.

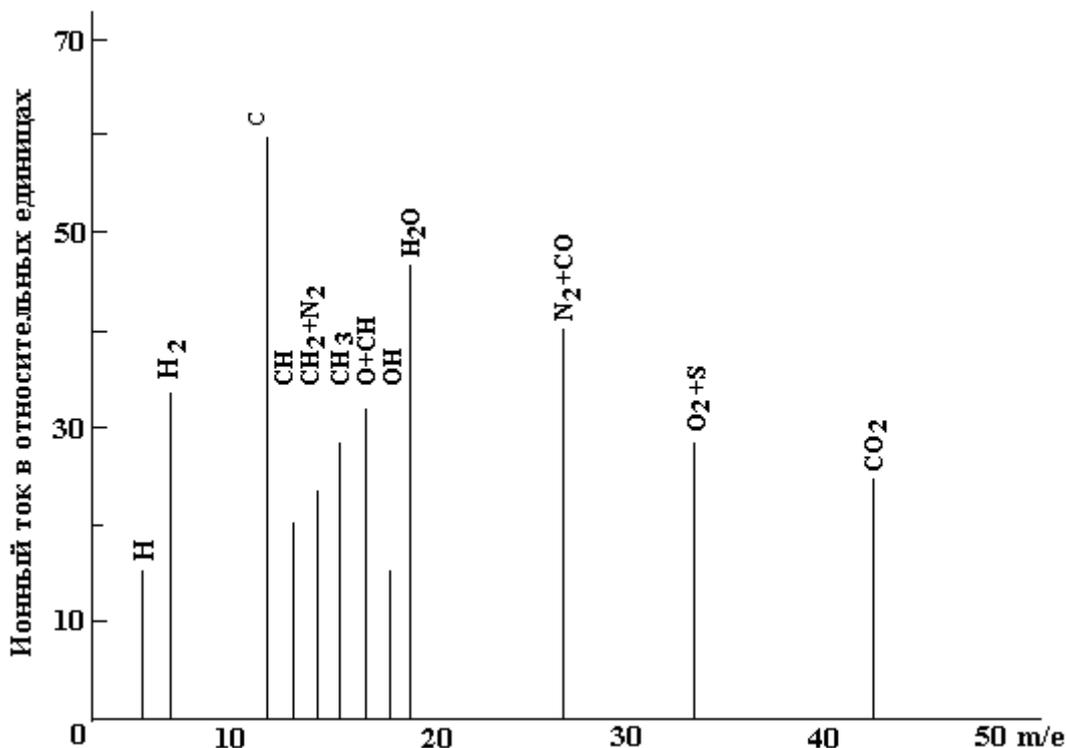


Рис.2. Масс-спектрограмма паров трансформаторного масла, подвергнутого воздействию факельного разряда

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что воздействие электрических разрядов наряду со стимуляцией адсорбционного процесса также способствует изменению состояния влаги в жидких углеводородах, переводя ее из связанного состояния в растворенное.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джуварлы Ч.М., Михайлов Н.А., Левенсон С.З., Мухарская Л.А. Пути улучшения качества трансформаторных масел, Баку «Елм», 1967.
2. Пучковский В.В., Хромова Г.В. К определению влажности изоляционных масел с использованием гидрида кальция // Изв. вузов СССР. Энергетика. 1971. № 7.
3. Линштейн Р.А., Пучковский В.В., Хромова Г.В. К вопросу о состоянии воды в изоляционных маслах // Сборник НЭН, Повышение надежности электрооборудования энергосистем. Иваново, 1973.
4. Хромова Г.В. Некоторые закономерности изменения электрических характеристик трансформаторных масел в связи с изменением их общего влагосодержания: Автореф. дис... канд. тех. наук. Минск, 1974.
5. Гасанов М.А. Влияние электрических полей и разрядов на процессы сорбции в системе «жидкость-адсорбент»: Автореф. дис.... канд. физ.-мат. наук, Баку, 1992.

## Summary

The results of researches of adsorb clearing processes of transformer oils with the use of the influences of electrical discharge's flare are submitted. It is shown, that influence of the electrical discharge on adsorb system, alongside with the stimulation of adsorb processes, also promotes change of the moisture's status in liquid Hydrocarbons, transitioning it from the connected status into dissolved.