

УДК 621.315.615

*Плотников Виталий Алексеевич,
магистрант кафедры электрических машин и
электрооборудования,
ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ
Россия, г. Уфа,
Хаматдинов Регинат Ранисович,
магистрант кафедры электрических машин и
электрооборудования,
ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ
Россия, г. Уфа,*

ДЕГАЗАЦИЯ И НАГРЕВ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА В СИСТЕМАХ РЕГЕНЕРАЦИИ

***Аннотация.** В статье определены существующие способы нагрева трансформаторного масла при регенерации. Основным этапом процесса восстановления трансформаторных масел является нагрев масла до определенной температуры, обычно потребляющий до 95% всей необходимой энергии. Проблема нагрева трансформаторного масла во время процесса регенерации остается значительной, как с точки зрения качества процедуры, так и в контексте использования энергосберегающих технологий.*

***Ключевые слова:** регенерация, трансформаторное масло, дегазация, нагрев, индукционный нагрев.*

***Abstract.** The article defines the existing methods of heating transformer oil during regeneration. The main stage of the transformer oil recovery process is heating the oil to a certain temperature, which usually consumes up to 95% of all necessary energy. The problem of heating transformer oil during the regeneration*

process remains significant, both in terms of the quality of the procedure and in the context of the use of energy-saving technologies.

Keywords: *regeneration, transformer oil, degassing, heating, induction heating.*

В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими маслами. Отработанные масла собирают и подвергают регенерации с целью сохранения ценного сырья, что является экономически выгодным.

На сегодняшний день существует большое разнообразие технологий регенерации трансформаторных масел основанные на:

- химических методах - гидроочистка, сернокислотная очистка, процессы с применением натрия и его соединений;
- физико-химических методах - селективная очистка, адсорбционная очистка, ионообменная очистка, коагуляция;
- физических методах - центробежная очистка, отстаивание, фильтрация;
- комбинированных методах - отстой и фильтрация, отстой, обезвоживание и фильтрация и другие.

Условная схема технологии регенерации представлена на рисунке 1.

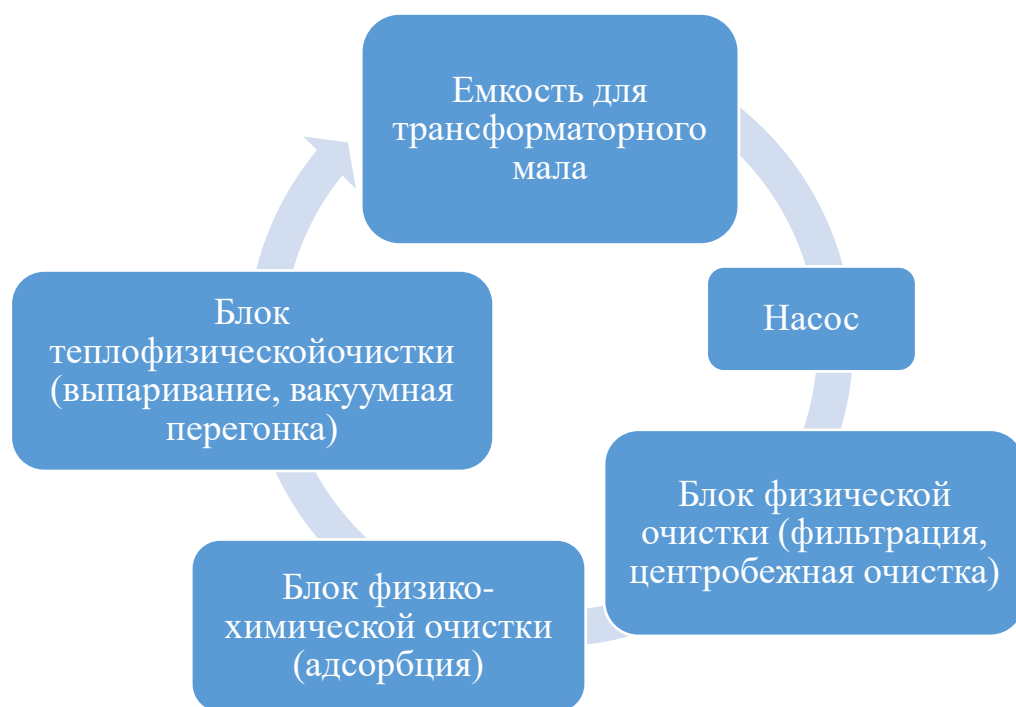


Рисунок 1 Схема технологии регенерации трансформаторных масел

Каждая из этих технологий или их сочетание сопровождается подогревом масла до определенных температур, порог которых зависит от метода, глубины вакуума, сочетания нескольких методов в одном технологическом процессе. Как правило, на нагрев тратится от 90 % до 95 % активной мощности установки регенерации масла [1]. Таким образом, с точки зрения экономии энергетических ресурсов и обеспечения высоких показателей качества восстанавливаемого масла, проблема нагрева является определяющей в технологии регенерации масла [2]. Нагрев масла во всех установках, выпускаемых промышленностью, осуществляется с помощью элементов активного сопротивления: ТЭН нагревателей [3, 4].

Проблема эффективного нагрева жидкостей изучалась, многими авторами, в частности применения косвенного индукционного нагрева жидкостей [5, 6]. Индукционный нагрев широко применяется в металлургии благодаря способности металлов поглощать электромагнитную энергию. Это позволяет получать качественный нагрев и повышать производительность продукции. В этом случае нагрев происходит за счёт выделения энергии в

самом нагреваемом веществе, что обеспечивает более высокий КПД и производительность по сравнению с методами нагрева сопротивлением, где нагрев происходит путём теплопроводности, конвекции и излучения. Последние десятилетия также демонстрируют новые области применения индукционного нагрева, такие как нагрев полимерных плёнок и полупроводников. Существуют различные конструкции индукционных нагревателей для нагрева непроводящих жидкостей, которые при правильном проектировании могут удовлетворить технологические требования с высокой эффективностью. В работах ученых решающих проблему более эффективного нагрева жидкостей предложены следующие принципиальные конструкции нагревателей:

1) Теплообменный аппарат для индукционного нагрева вязких жидкостей в работах [6] состоит из двух симметричных стальных цилиндров, в кольцевом зазоре между которыми находится нагреваемое вещество, величина кольцевого зазора определяется производительностью установки, её габаритами и температурой нагрева. Индуктор охватывает внешнюю трубу.

2) Теплообменный аппарат для индукционного нагрева жидкостей в работе [5] состоит из пакета стальных труб, охваченных цилиндрическим индуктором.

Опыт использования индукционных установок для технологического нагрева жидкостей показывает ряд преимуществ, таких как компактность, экономичность, избирательность и высокая интенсивность нагрева. Они надёжны и безопасны, а также обеспечивают лёгкое автоматическое управление процессом. Однако они не исключают тепло- и массообменные процессы в слоях нагреваемого вещества, снижение интенсивности нагрева вдоль оси симметрии трубчатого нагревателя с внешним индуктором, косвенный нагрев и теплообменные процессы в местах контакта разнородных сред.

Список литературы

1. Набиуллин, Д. А. Организация энергоаудита на предприятиях АПК / Д. А. Набиуллин // Студент и аграрная наука : Материалы VI Всероссийской студенческой конференции, Уфа, 28–29 марта 2012 года / Минсельхоз РФ, Минобрнауки РБ, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Совет молодых ученых университета. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2012. – С. 122-123

2. Харисов, Д. Д. Цифровые технологии в диагностике мобильных энергетических установок / Д. Д. Харисов, Б. А. Сахибгараев, Д. Е. Валишин // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы XV Национальной научно-практической конференции молодых ученых. 16–17 ноября 2022 г. Часть 2. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2022. – С. 101-106.

3. Аналитический обзор. Методы и средства диагностики изоляционных масел / Под ред. В.К. Козлова. - Казань: ООО «ИЦ Энергопрогресс», 2003. - 144с.

4. Ачаков, К. А. Комбинированная электротехнология нагрева и регенерации трансформаторного масла / К. А. Ачаков, Л. С. Зимин // Вестник Са-ратовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 3, № 1(72). – С. 100-102. – EDN RUWHEJ.

5. Зиннатуллин Д.А. Исследование электромагнитных и тепловых полей в установке технологического нагрева нефти. [Текст] / Зиннатуллин Д. А., Базаров А.А., Данилушкин А.И. // Вестник СамГТУ, серия «Технические науки», №24, 2004. - с. 171 - 173.

6. Батищев А.М. Исследование и повышение эффективности системы косвенного индукционного нагрева жидкости. – Автореферат диссертации кандидата технических наук. – Самара, 2007. - 18 с.