

Например, найдем путь до ИП от участка 1 - 2 схемы сети (рис. 1). Для участка 1 - 2 в табл. 1 $i = 8$. Определяем по формуле (2) значения параметра δ_n^i для участков, расположенных в табл. 1 выше заданного:

первый шаг:	$\delta_1^1 = 0 - 0 + 1 = 1$	(участок 4 - 8);
второй шаг:	$\delta_2^1 = 1 \cdot 1 - 0 + 1 = 2$	(участок 4 - 5);
третий шаг:	$\delta_3^2 = 1 \cdot 2 - 2 + 1 = 1$	(участок 3 - 4);
четвертый шаг:	$\delta_3^3 = 1 \cdot 1 - 1 + 1 = 1$	(участок 1 - 3);
пятый шаг:	$\delta_4^4 = 1 \cdot 1 - 2 + 1 = 0$	(участок 7 - 1);
шестой шаг:	$\delta_5^5 = 0 \cdot 0 - 0 + 1 = 1$	(участок 7 - 12);
седьмой шаг:	$\delta_7^6 = 1 \cdot 1 - 2 + 1 = 0$	(участок 0 - 7).

В результате расчета получим, что в путь от участка 1 - 2 до ИП входят ветви 7 - 1 и 0 - 7, для которых $\delta_n^i = 0$.

Принцип нахождения пути от заданной ветви до корня дерева успешно реализуется при построении алгоритмов расчета токо-распределения и уровней напряжения в разомкнутой электрической сети.

Л и т е р а т у р а

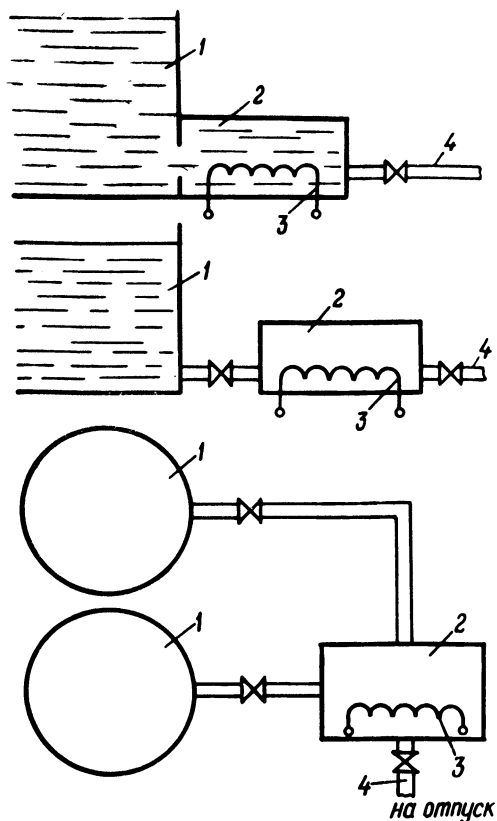
1. Абрахамс Дж., Каверли Дж. Анализ электрических цепей методом графов. М., 1967.

М.М. Олешкевич, В.М. Прима,
А.А. Гончар, О.П. Королев

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ НЕФТЕБАЗАХ

В настоящей статье рассматриваются вопросы применения электроподогрева на нефтебазах при отпуске нефтепродуктов. При предварительном электроподогреве всего объема масла в резервуарах РВС-100 (100 м³) и РВС-200 (200 м³), наиболее часто используемых для хранения нефтепродуктов, тепловые потери и мощности нагревателей оказываются весьма значительными. Так, мощность тепловых потерь при превышении температуры нагретого нефтепродукта над температурой окружающей

Рис. 1. Расположение подогревного резервуара при отпуске темных нефтепродуктов:
 1—резервуар хранения;
 2—подогревный резервуар;
 3—электронагреватель;
 4—трубопровод.



среды в пределах $\Delta\tau = 40 - 60^\circ\text{C}$ составляет для резервуаров РВС-100 от 70 до 100 кВт и для резервуаров РВС-200 от 110 до 170 кВт.

Мощность нагревателей зависит от времени разогрева. Даже при разогреве в течение суток мощность нагревателей остается весьма значительной.

Понятно, что в резервуарах практически невозможно установить нагреватели таких больших мощностей без существенных изменений энергетического хозяйства нефтебаз, так как это приведет к значительному увеличению установленной мощности трансформаторов, расширению кабельной сети и т.д.

Так как суточный отпуск масел невелик, подогревать весь объем масла ($100-200\text{ м}^3$) в резервуаре хранения нецелесообразно. Достаточно подогревать лишь часть объема масла, со-

ответствующую суточному или разовому отпуску. Такой способ подогрева может быть осуществлен в специальном подогревном отсеке или дополнительном подогревном резервуаре (рис.1). В некоторых случаях при небольшом суточном отпуске отдельных сортов масел подогревный резервуар может быть общим для нескольких рядом расположенных емкостей (рис. 1,б). Подогревный резервуар снабжается теплоизоляцией и электронагревателем.

Емкость резервуара может быть принята равной емкости автоцистерны, а мощность нагревателей выбирается исходя из реального времени нагрева.

Важным вопросом при электроподогреве является выбор типа электронагревателей (конструкция, параметры, материалы и т.д.).

Особенность работы электрических нагревателей для подогрева темных нефтепродуктов состоит в низкой максимально допустимой температуре нагрева (40—70°С), а следовательно, низкой температуре поверхности нагревателя.

Поэтому желательным является применение нагревателей из сортовой стали, отличающихся относительной сложностью расчетов вследствие разброса значений удельного сопротивления и магнитной проницаемости, необходимости учета вытеснения тока и температурного коэффициента сопротивления. Однако они являются перспективными благодаря простоте изготовления и наибольшей их стоимости. Обычно эти нагреватели выполняются стержневыми или трубчатыми.

Размеры нагревателя, а также его конструкция зависят от мощности установки и максимально допустимой температуры его поверхности. Необходимая мощность определяется исходя из теплового расчета установки. По известной мощности P нагревателя, величине превышения температуры $\Delta\tau = \tau_k - \tau_n$ и величине коэффициента теплопередачи, которая для нагревателей, работающих в масле, может быть определена на формуле

$$\alpha = 40,3 \sqrt[4]{\frac{\tau_k - \tau_n}{H}}, \quad (1)$$

(где τ_k — конечная температура нагрева, равная температуре нагревателя, °С; τ_n — начальная температура, равная температуре окружающей среды, °С; H — высота теплоотдающей поверхности, м) находят допустимую удельную поверхностную мощность нагревателя:

$$P_{\text{уд}} = \Delta \tau \alpha . \quad (2)$$

Используя (2), определяют необходимую величину охлаждающей поверхности

$$S_{\text{охл}} = \frac{P}{P_{\text{уд}}} , \quad (3)$$

где P — необходимая мощность электронагревателя, Вт.

Диаметр трубы или стержня приближенно определяется по формулам:

а) для трубы

$$d_{\text{ср}} = \sqrt[3]{\frac{S_{\text{охл}} \cdot P \cdot \rho}{\pi^2 (1 + k_{\delta}) k_{\delta} U_a^2}} , \quad (4)$$

где $d_{\text{ср}} = \frac{d_{\text{нар}} + d_{\text{вн}}}{2}$ — средний диаметр трубы, м; $S_{\text{охл}}$ — поверхность охлаждения, м²; P — мощность нагревателя, кВт; ρ — удельное сопротивление, Ом·м; U_a — активная составляющая напряжения, В (для стальных нагревателей $\cos \varphi \approx 0,86-0,82$); $k_{\delta} = \frac{\delta}{d_{\text{ср}}}$ — отношение толщины трубы к среднему диаметру;

му диаметру;

б) для стержня

$$d = \sqrt[3]{\frac{4P \rho S_{\text{охл}}}{\pi^2 U_a^2}} . \quad (5)$$

Далее по известной методике [1] рассчитываем коэффициент поверхностного эффекта $k_{\text{п.э}}$ и находим действительное значение удельного сопротивления переменному току ($\rho = \rho k_{\text{п.э}}$), которое используется для определения длины и веса нагревателя.

Для трубчатого нагревателя

$$l = \sqrt[3]{\frac{k_{\delta}^2 S_{\text{охл}} U_a^2}{(1 + k_{\delta})^2 \pi P \rho}} , \quad (6)$$

$$G = \gamma \sqrt[3]{\frac{k_{\delta}^2 \cdot P \rho_{\sim} \cdot S_{\text{олх}}^4}{\pi^2 (1+k_{\delta})^4 \cdot U_a^2}}, \quad (7)$$

где γ — удельный вес материала нагревателя.

Для нагревателя, выполненного в виде стержня, получаем

$$l = \sqrt[3]{\frac{S_{\text{олх}}^2 \cdot U_a^2}{P \rho_{\sim} 4 \pi}}, \quad (8)$$

$$G = \gamma \sqrt[3]{\frac{S_{\text{олх}}^4 \cdot P \rho_{\sim}}{(4 \pi)^2 U_a^2}}. \quad (9)$$

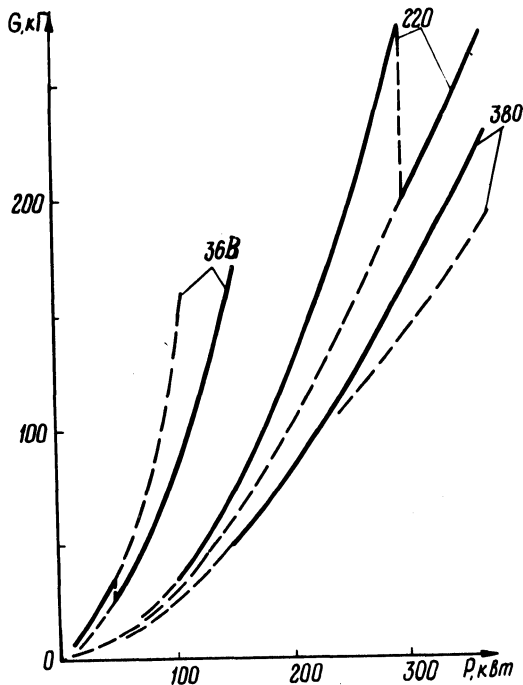


Рис. 2. Зависимость расхода материалов на изготовление трубчатых (сплошные линии) и стержневых (пунктирные) электронагревателей от мощности и напряжения установки.

В соответствии с приведенной методикой были рассчитаны веса трубчатых и стержневых нагревателей и напряжения установки. Результаты расчетов и рекомендации по применению различных типов нагревателей приведены на рис. 2.

Л и т е р а т у р а

1. Фонарев З.И., Шван А.Г. Комплексный электроподогрев вязких нефтепродуктов на распределительных нефтебазах. — "Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья", 1971, № 5.

А.М. Степанов, Л.В. Прокопенко

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ОБМОТКАХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГИ

Объектом исследования была обмотка из алюминиевой фольги трехфазного трансформатора с параметрами $S = 40$ кВА; $U_1 = 10$ кВ; $U_2 = 0,4$ кВ. Нагрев обмотки трансформатора зависит от потерь и эффективности отвода тепла. В опытах создавались условия охлаждения обмотки, близкие к существующим в трансформаторах.

Были проведены следующие опыты: 1) нагрев обмотки до установившегося режима без естественной циркуляции воздуха в ухудшенных условиях охлаждения; 2) нагрев обмотки до установившегося режима с естественной циркуляцией воздуха; 3) нагрев обмотки до установившегося режима в масляной ванне.

В первом и третьем опытах обеспечивался продолжительный номинальный режим работы. Во втором опыте для ускорения нагрева в начале испытания в течение 1 ч был установлен повышенный ток. После этого обмотка находилась в том же продолжительном режиме, как и в первом опыте. Опыты проводились до практически установившейся температуры. При этом за установившуюся температуру принималась температура, изменение которой не превышало 1°C в течение 1 ч испытания, при неизменной нагрузке и температуре охлаждающей среды. При проведении опытов изменение температуры регистрировалось