




Совет главных энергетиков  
нефтеперерабатывающих  
и нефтехимических  
предприятий России  
и стран СНГ

# МАТЕРИАЛЫ

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ

ОРГАНИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ И МЕТОДЫ ЕГО ДИАГНОСТИКИ  
(ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, КАБЕЛЕЙ) В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

НОРМИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ



8 – 11 октября 2019  
Москва



Совет главных энергетиков  
нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий  
России и стран СНГ

Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков  
ООО «НТЦ при Совете главных механиков»

**Материалы совещания  
главных энергетиков нефтеперерабатывающих  
и нефтехимических предприятий России и СНГ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ  
И МЕТОДЫ ЕГО ДИАГНОСТИКИ (ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, КАБЕЛЕЙ)  
В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**НОРМИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Москва  
2019 г.

## НОВОЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРОВ



**В.Н. Швецов**

ЗАО «Нефтех», г. Казань

ЗАО «Нефтех» является ведущим предприятием в России и СНГ в области разработки, изготовления и поставки электродегидраторов и высоковольтных источников питания и электрооборудования к ним. Использованию электродегидраторов для обессоливания нефти на ЭЛОУ НПЗ нет никакой другой альтернативы.

Капельки соленой воды в нефти, дошедшей до НПЗ, имеют диаметр 10—20 мкм и для их отстоя требуется очень большое время. Единственным способом увеличения радиуса капель воды в нефти для ускорения их отстоя является помещение нефтяной эмульсии в электрическое поле. В электрическом поле между каплями воды возникает сила диполь-дипольного притяжения, благодаря которой они сближаются и коалесцируют:

$$F_{\text{дип}} = \sim E^2 r^2,$$

где  $E$  — напряженность внешнего электрического поля;  $r$  — радиус капле.

Проведенные исследования показали, что напряженность поля не меньшая  $E = 2$  кВ/см позволяет получить наименьшее остаточное содержание воды в нефти и наивысшую производительность электродегидратора — до трех объемов в час.

Таким образом, важнейшая часть в обеспечении эффективного и бесперебойного функционирования электродегидратора — это высоковольтный источник питания. Приведенные результаты говорят о том, что высоковольтный источник питания электродегидратора должен иметь достаточно высокое напряжение на выходе, чтобы между электродами, разнесенными на максимально допустимое расстояние для обеспечения максимального охвата нефтяной эмульсии электрическим полем, была необходимая большая напряженность электри-

ческого поля. На практике выходное напряжение должно быть не менее 25 кВ.

Следующий вопрос касается мощности высоковольтного источника питания электродегидратора. Сама нефть и, особенно, водонефтяная эмульсия электропроводна и значения электропроводности нефтяных эмульсий могут отличаться более, чем на порядок в зависимости от сорта нефти, содержания водной фазы, минерализации соленой воды, температуры и напряженности электрического поля. Соответственно, потребляемая электродегидратором электроэнергия должна обеспечиваться достаточной мощностью высоковольтного источника питания.

Кроме электропроводности водонефтяной эмульсии на затраты электроэнергии влияет размер электродегидратора, а именно площадь его электродной системы.

В электродегидраторах протекающий через электроды ток постоянно изменяется, в том числе в зависимости от скачков концентрации воды в нефти, уровня вода—нефть и др., вплоть до короткого замыкания при образовании цепочек из капелек воды между электродами. Поэтому в мировой практике для защиты высоковольтных источников питания электродегидраторов от короткого замыкания применяются встроенные катушки реактивности со 100 %-ной реактивностью. В моменты кратковременных скачков тока данная катушка с очень большой индуктивностью, расположенная последовательно с выходной обмоткой, «заберет» все напряжение на себя, цепочки воды размываются и короткое замыкание прекращается.

Учитывая зависимость выходного напряжения трансформатора от тока нагрузки и свойства реактивной катушки, существует общепринятое мнение, что рабочие расчетные токи в электродегидраторе высоковольтного источника питания с реактивной катушкой не должны превышать 30 % от тока короткого замыкания высоковольтного источника питания.

В таблице приведены рекомендуемые мощности высоковольтных источников питания, рассчитанные на основании реальных электропроводностей нефти и площадей электродов.

Кроме вышеприведенных технических требований к параметрам трансформаторов для электродегидраторов, они должны удовлетворять Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств», утвержденные приказом Ростехнадзора № 125 (29 марта 2016 г.) и быть во взрывозащищенном исполнении.

## Рекомендуемые мощности высоковольтных источников питания

Объем электродегидрататора, м <sup>3</sup>	Исполнение электродной системы		
	Горизонтальная трехрядная металлическая, вариант для УПН: трансформатор ТМД-НТ	Горизонтальная трехрядная металлическая, вариант для ЭЛОУ: трансформатор ОМД-НТ	Композитная, вариант для УПН: трансформатор ОМД-НТ
8	25 кВА	25 кВА	25 кВА
25	25 кВА	25 кВА	25 кВА
50	50 кВА	50 кВА	37,5 кВА
100	100 кВА	100 кВА	75 кВА
160	150 кВА	100 кВА	100 кВА
200	150 кВА	150 кВА	100 кВА
250	150 кВА	150 кВА	150 кВА

С учетом вышеизложенных требований к процессу электродегидратации нефти и промышленной безопасности ЗАО «Нефтех» разработан, запатентован и запущен в серийное производство на заводе «Тольяттинский трансформатор» модельный ряд взрывозащищенных источников питания для электродегидрататоров ТМД-НТ (по схеме Скотта) и ОМД-НТ (однофазный), максимально соответствующих современному развитию техники.

Трансформаторы российского производства ТМД-НТ и ОМД-НТ (в дальнейшем именуемые трансформаторы) предназначены для питания электродегидрататоров и электрокоалесцирующих установок во взрывоопасных условиях и преобразования первичного напряжения 0,4 кВ во вторичное напряжение до 27,5 кВ со ступенчатым регулированием выходного напряжения переключателем ПБВ на значения 12/16,5/20/23/25/27,5 кВ.

Трансформаторы ТМД-НТ и ОМД-НТ имеют сертификат соответствия № ТС RU C-RU.ИМ43.В.00547 требованиям безопасности технического регламента Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»; ГОСТ 31610.0-2012 «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 0. Общие требования»; ГОСТ Р МЭК 60079-6-2012 «Взрывоопасные среды. Часть 6.

Оборудование с видом взрывозащиты «масляное заполнение оболочки «О»; ГОСТ Р МЭК 60079-7-2012 «Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование. Повышенная защита вида «Е».

Климатическое исполнение и условия эксплуатации: УХЛ1 (от  $-60$  до  $+40$  °С); взрывоопасные зоны класса 2 по ГОСТ ИЕС 60079-10-1-2011 категории взрывоопасности ПА, ПВ, ПС по ГОСТ Р МЭК 60079-20-1-2011; маркировка взрывозащиты 2ЕхоеПТ5Х.

Новые трансформаторы для электродегидраторов имеют следующие преимущества:

- для электродегидраторов различных объемов и в зависимости от физико-химических и электрофизических свойств нефтей предлагается широкий типоразмерный ряд трансформаторов с мощностью 25; 37,5; 50; 75; 100 и 150 кВА, что позволяет ограничиться одним трансформатором на электродегидратор, оптимизировать его конструкцию и снизить стоимость;
- обладают 100 %-ной реактивностью и не критичны к перегрузкам при коротких замыканиях электродов;
- обеспечивают возможность выбора значений выходного напряжения в широком диапазоне (12; 16,5; 20; 23; 25; 27,5 кВ) путем использования простого переключателя;
- имеют вариант исполнения по схеме Скотта (3/2 фазного преобразования) с возможностью независимого изменения выходного напряжения на разных высоковольтных выходах, что дает дополнительную эффективность электродегидраторам, используемым на установках подготовки нефти, где возможны колебания технологического режима;
- отличаются надежной конструкцией, обеспечивающей высокую герметичность корпуса трансформатора и, как следствие, стабильно высокие диэлектрические свойства трансформаторного масла и длительную его эксплуатацию;
- снабжены всеми необходимыми средствами для контроля тока, напряжения, температуры, уровня и давления масла;
- оснащены универсальными герметичными выходами фланцевого типа с переходными центральными заглушками для присоединения узлов ввода высокого напряжения различных типов, что делает его пригодным при модернизации электродегидраторов с любой конструкцией ввода высокого напряжения.

Очень важным с точки зрения надежности эксплуатации электродегидраторов является применение в их конструкции надежных узлов

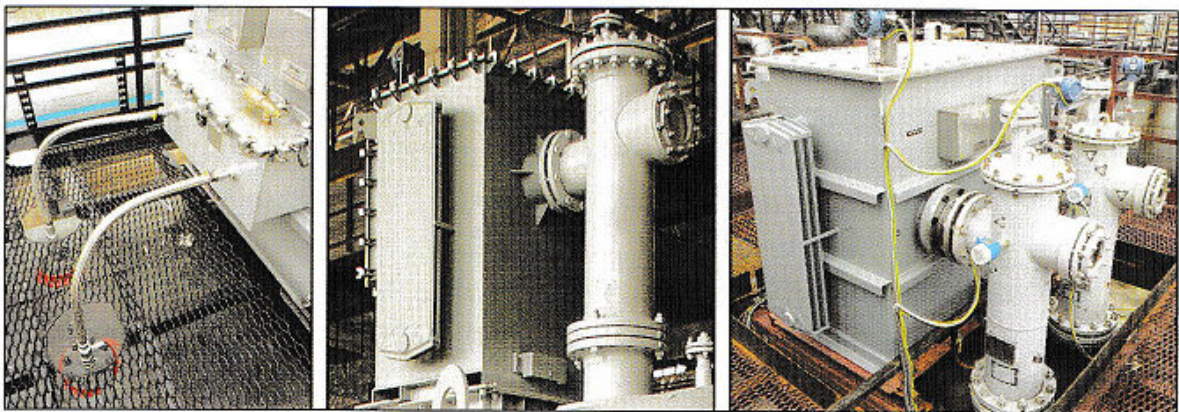
ввода высокого напряжения, а также подвесных и проходных изоляторов.

Для обеспечения взрывозащищенного ввода высокого напряжения в электродегидратор на электродные решетки предлагается использовать маслonaполненный узел ввода высокого напряжения (УВВН). УВВН изготавливается в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011) и имеют сертификат на взрывозащищенность (маркировка взрывозащиты ExoIIТ6U).

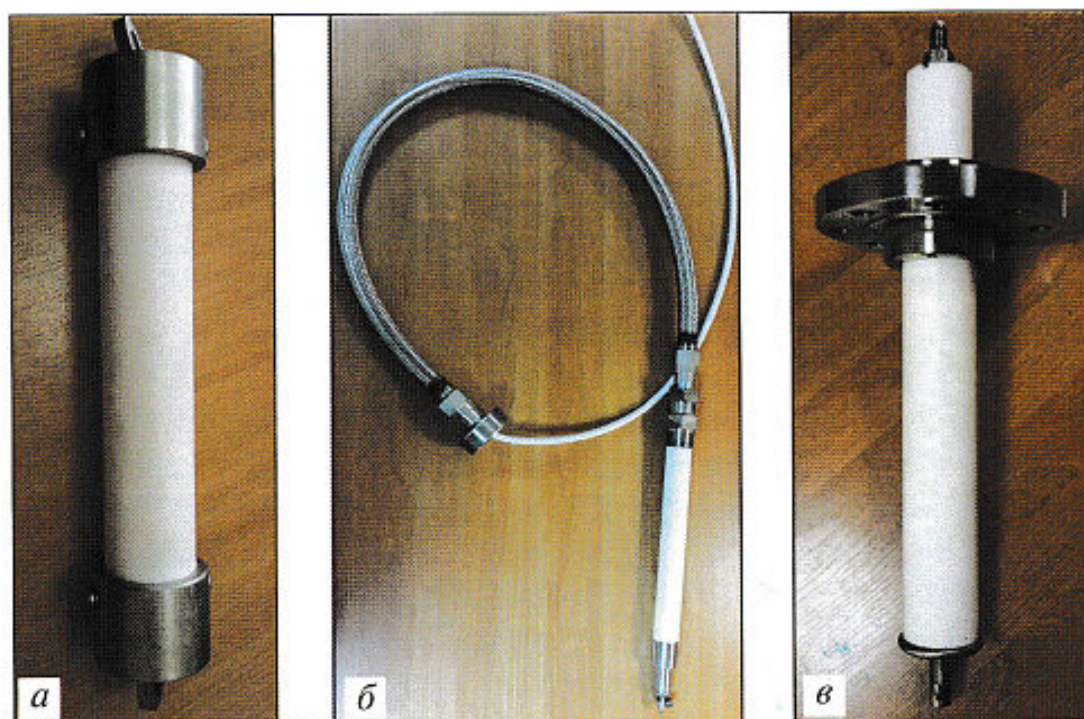
На корпусе УВВН расположены все необходимые патрубки и смотровое окно для сигнализатора и для визуального контроля уровня масла, клапана сброса избыточного давления, датчика давления, слива и налива масла. Имеется два вида узлов ввода высокого напряжения — стационарный и гибкий (рис. 1). Гибкий узел ввода высокого напряжения, в основном, применяется при модернизации существующих электродегидраторов.

Для ввода высокого напряжения в аппарат и для подвеса электродных сеток мы рекомендуем применять надежные проходные изоляторы высокого давления и подвесные изоляторы из высококачественного высокодисперсного тефлона (рис. 2).

ЗАО «Нефтех», кроме изготовления новых электродегидраторов, в последние годы проводит большое количество модернизаций существующих устаревших, неисправных, не удовлетворительно работающих электродегидраторов с заменой невзрывозащищенных трансформаторов, узлов ввода высокого напряжения, подвесных и проходных изоляторов



**Рис. 1.** Внешний вид трансформаторов со стационарными и гибкими узлами ввода высокого напряжения



**Рис. 2.** Внешний вид фторопластовых изоляторов  
*а* – подвесной изолятор EH-01; *б* – проходной изолятор TS-75;  
*в* – проходной изолятор EB3-300

и электродных систем на современное вышеописанное взрывозащищенное электрооборудование.

Комплект модернизации может включать в себя локальный взрывозащищенный пульт управления, шкаф локальной системы автоматизации и щит собственных нужд электродегидратора.

После модернизации электродегидратор полностью соответствует современным требованиям по взрывобезопасности. При этом увеличивается глубина обезвоживания и обессоливания нефти и до двух раз увеличивается производительность процесса.