

УДК 621.3:622.276.53

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НЕФТЕПОГРУЖНОГО КАБЕЛЯ НА УСТЬЕ СКВАЖИНЫ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

С. В. Ладорный

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

*Рассмотрено применение диагностики нефтепогружного кабеля методом частичных разрядов с помощью установки OWTS-28.*

**Ключевые слова:** OWTS-28, нефтепогружной кабель, LC-контур, затухающее напряжение, частичные разряды.

## TECHNICAL DIAGNOSTICS OF AN OIL SUBMERSIBLE CABLE AT THE WELLHEAD BY THE PARTIAL DISCHARGE METHOD

S. V. Ladorny

*Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

Science supervisor N. V. Gruntovich

*Application of diagnostics of an oil-submersible cable by the method of partial discharges using the OWTS-28 installation.*

**Keywords:** OWTS-28, oil submersible cable, LC-loop, damped voltage, partial discharges.

В процессе бурения нефтяных скважин и последующего подъема нефти на поверхность используется большое количество разнообразных электроинструментов высокой мощности (электробуры, погружные центробежные насосы и аналогичные им устройства), работающих непосредственно в скважине. Для подачи к ним напряжения питания необходимы специализированные кабели, учитывающие специфику типовой области эксплуатации.

Характерной особенностью кабелей, которые относятся к группе нефтепогружных, являются чрезвычайно жесткие условия эксплуатации, которые определяются сочетанием таких влияющих факторов, как высокая температура, воздействие на оболочку скважинной жидкости в виде смеси различных фракций нефти, воды, кислот, солей, сероводорода и прочих агрессивных составов, большое гидравлическое статическое давление, необходимость передачи переменных напряжений вплоть до 5000 В и частотой до 70 Гц.

Все это в комплексе приводит к коррозии изоляции кабеля и в следствие к выходу его из строя. Применение диагностики кабеля методом частичных разрядов с помощью установки OWTS-28 позволит выявить повреждения кабеля на ранних стадиях, тем самым минимизируя потери на производстве.

В основе работы лежит метод, использующий затухающее осциллирующее напряжение. Данная методика определения уровней частичных разрядок (ЧР) является одной из самых передовых. Это обусловлено частотой, на которой производится определение уровней ЧР.

Данная установка, помимо определения места и уровня ЧР, позволяет определить величину напряжения возникновения и гашения ЧР, а также тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции, электрическую емкость и ряд других величин. Согласно всем полученным данным можно сделать заключение о состоянии кабеля и возможности его дальнейшего использования.

В основном блоке OWTS M28 смонтированы источник выпрямленного напряжения (до 28 кВ), катушка индуктивности, системный блок компьютера, токовый ключ, устройство присоединения процессора обработки сигнала. Управляется система при помощи ноутбука. За пределы основного блока вынесен также блок безопасности с ключом подачи высокого напряжения.

Кабель заряжается заданным уровнем напряжения, после чего происходит замыкание токового ключа и емкость кабеля разряжается на встроенную катушку индуктивности. В LC-контуре (емкость диагностируемого кабеля – катушка индуктивности) создается затухающее синусоидальное напряжение, частота которого зависит от емкости исследуемого кабеля и на практике составляет 200–600 Гц. При диагностике коротких кабелей подключается входящий в комплект системы конденсатор, тем самым снижается частота напряжения в контуре. Таким образом, при измерениях создаются условия, сопоставимые по частоте напряжения с условиями, в которых работает кабель (рис. 1).

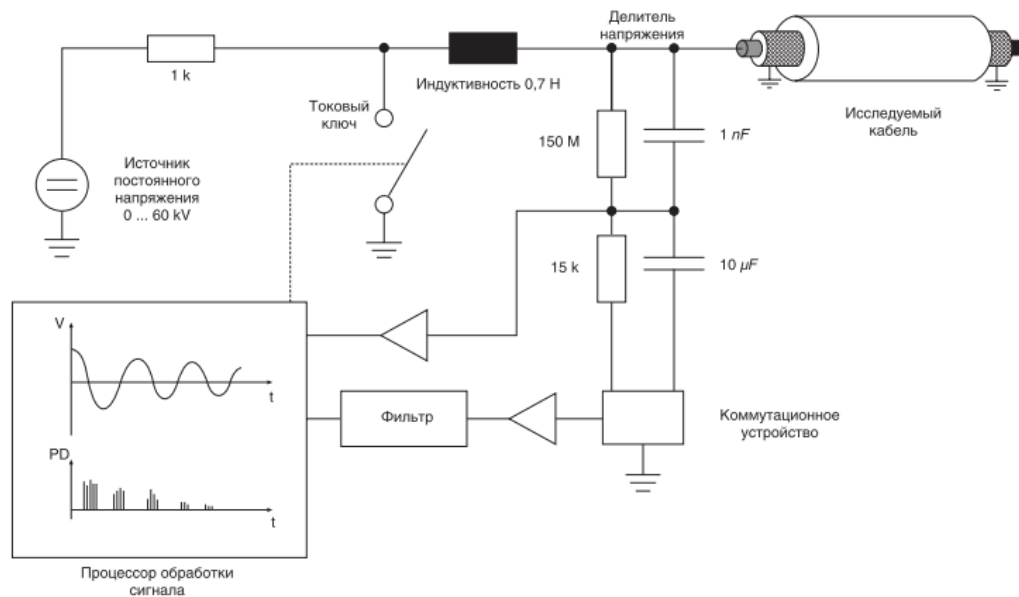
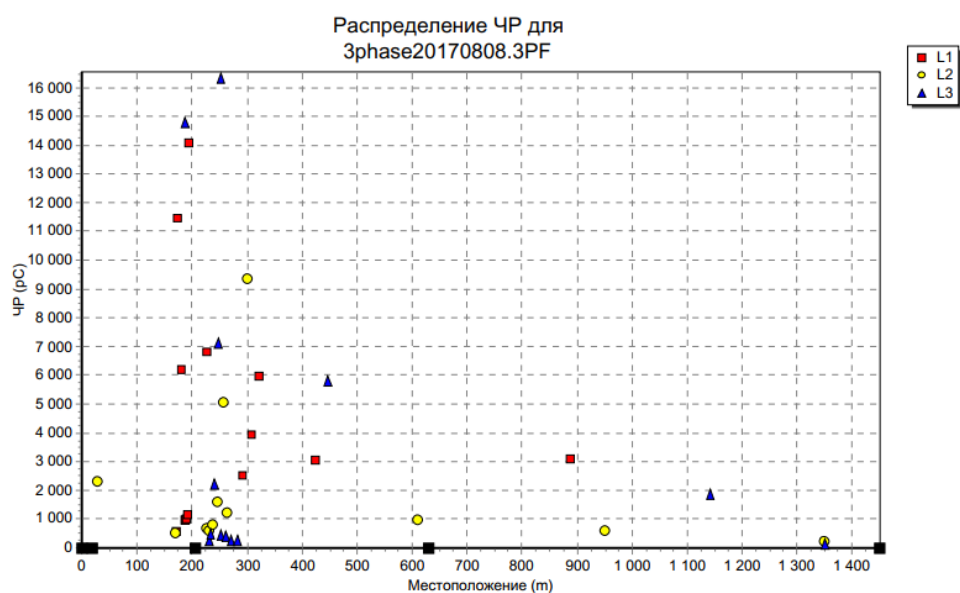
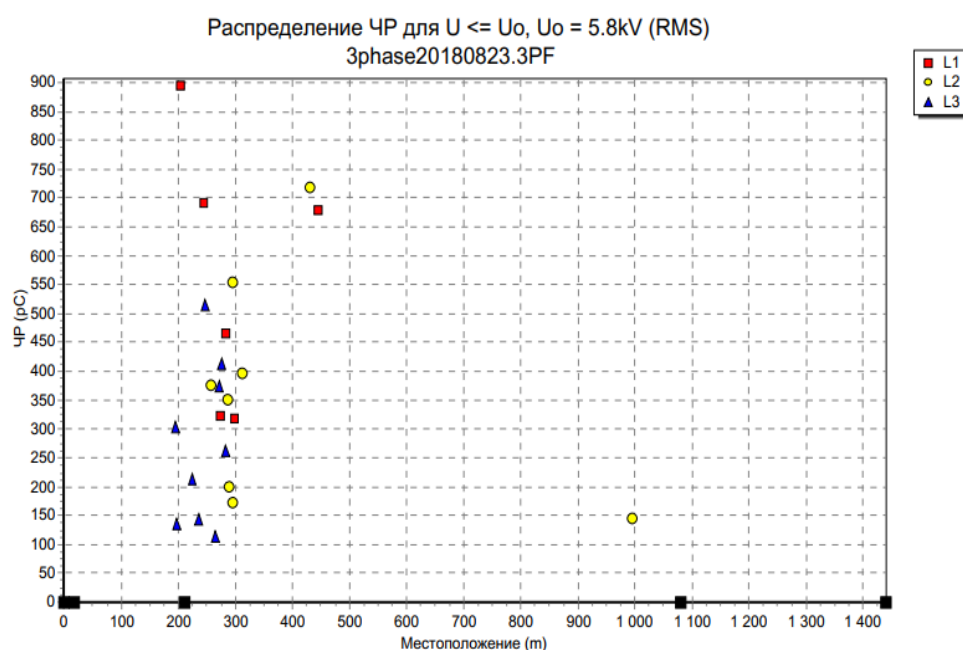


Рис. 1. Принципиальная схема системы OWTS M28

На рис. 2 показаны уровни ЧР и их расположение на кабеле КППБКТ-120 3 × 25 длиной 1400 м, выполненные в 2022 и 2023 гг. Можно наблюдать, что уровень ЧР в 2023 г. (максимальное значение 900 пКл) значительно снизился по сравнению с уровнем в 2022 г. (максимальное значение 16000 пКл) в диапазоне длин 200–300 м.



а)



б)

Рис. 2. Уровни частичных разрядов в кабеле КППБКТ-120 3 × 25:  
а – 2022 г.; б – 2023 г.

Таким образом, при проведении таких исследований можно выделить проблемные участки и своевременно выполнить их замену, не выполняя замену кабеля полностью, что говорит о технико-экономической эффективности применения данного оборудования и описанного выше метода. При проведении испытаний изоляция не подвержена влиянию повышенного напряжения, что не приводит к ее старению и более быстрому износу.