

УДК 621.31

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ**

П.А. Хлюпин

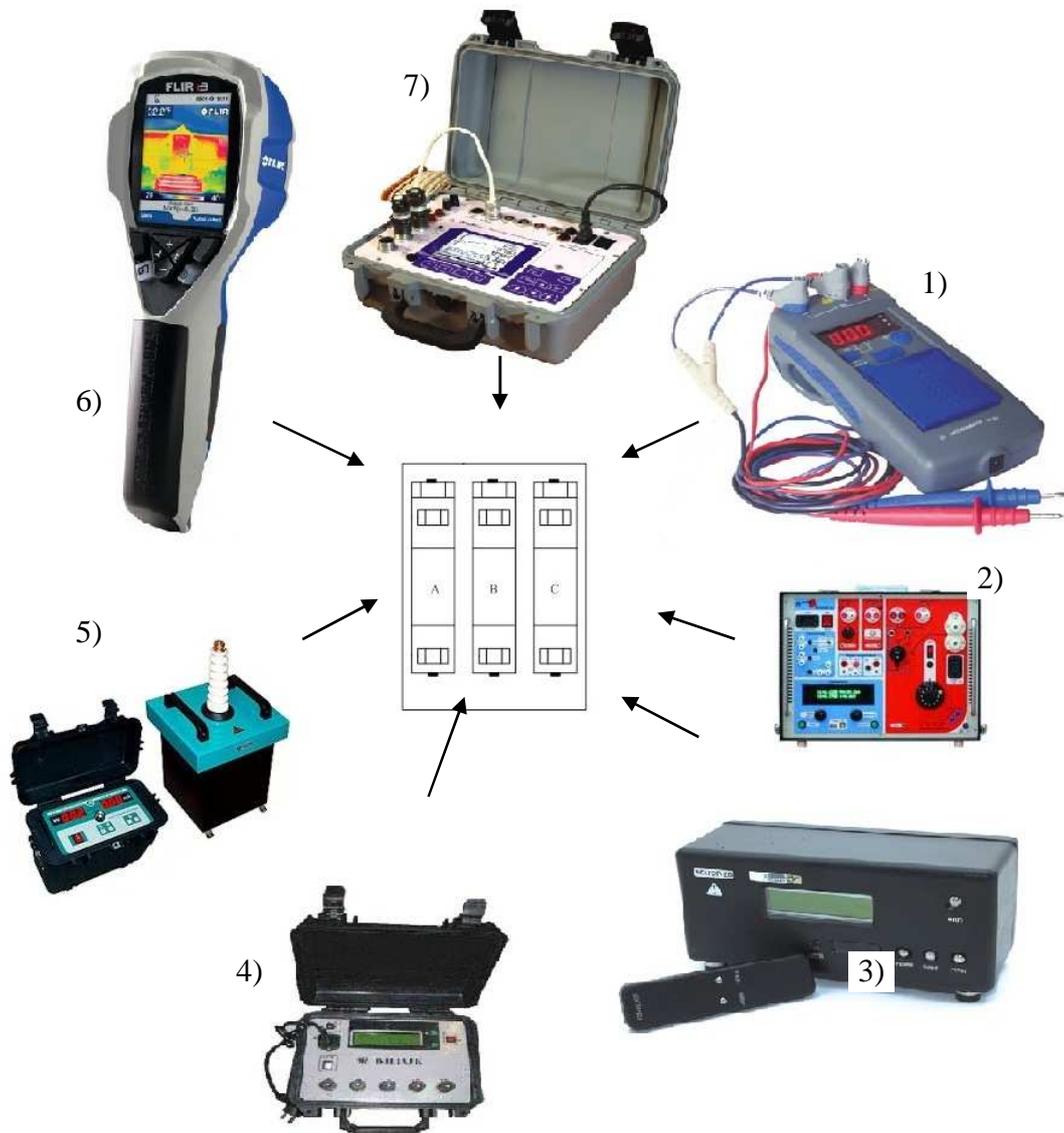
(Уфимский государственный нефтяной технический университет)

Высоковольтные выключатели относятся к важнейшим элементам электрических схем. По способу гашения дуги различают воздушные, масляные, вакуумные и элегазовые высоковольтные выключатели. В основном на предприятиях используются масляные высоковольтные выключатели, со сроком эксплуатации более 40 лет, что свидетельствует о необходимости замены отработавшего и морально устаревшего коммутационного оборудования на новое. Однако, замена всего парка выключателей одновременно технически и экономически нецелесообразна, поэтому эксплуатация масляных выключателей на объектах в нефтегазовой отрасли на сегодняшний день происходит повсеместно и, следовательно, вопросам оценки их технического состояния уделяется большое внимание. Для постепенного обновления парка высоковольтных выключателей на производстве, а также формирование общего представления о техническом состоянии объектов проводится периодическое диагностирование. В процессе диагностирования проверяются как электрические параметры выключателя, так и механические.

Особенности оборудования нефтегазового комплекса таковы, что высоковольтные выключатели чаще всего работают по токовой нагрузке, не превышающей 40% от номинального значения, и следовательно увеличение почти в полтора раза значения сопротивления постоянному току основных полюсов выключателя незначительно отразится на процессе нагрева контактной зоны.

Немало важным фактором при обследовании выключателей является измерение его скоростных и временных параметров. До недавнего времени

процесс измерения был трудоемким и сложным и требовал наличие определенного испытательного оборудования. На рисунке 1 приведен приборный комплект, применяемый для обследования характеристик масляных высоковольтных выключателей.



- 1) Мегаомметр, 2) Устройство измерительное параметров релейной защиты Ретом-21,
- 3) Измеритель параметров электробезопасности К-63 с мостом переменного тока Вектор 2.0М, 4) Омметр Виток, 5) Аппарат испытания диэлектриков АИД-70Ц,
- 6) Тепловизор, 7) Прибор контроля высоковольтных выключателей ПКВ/М7

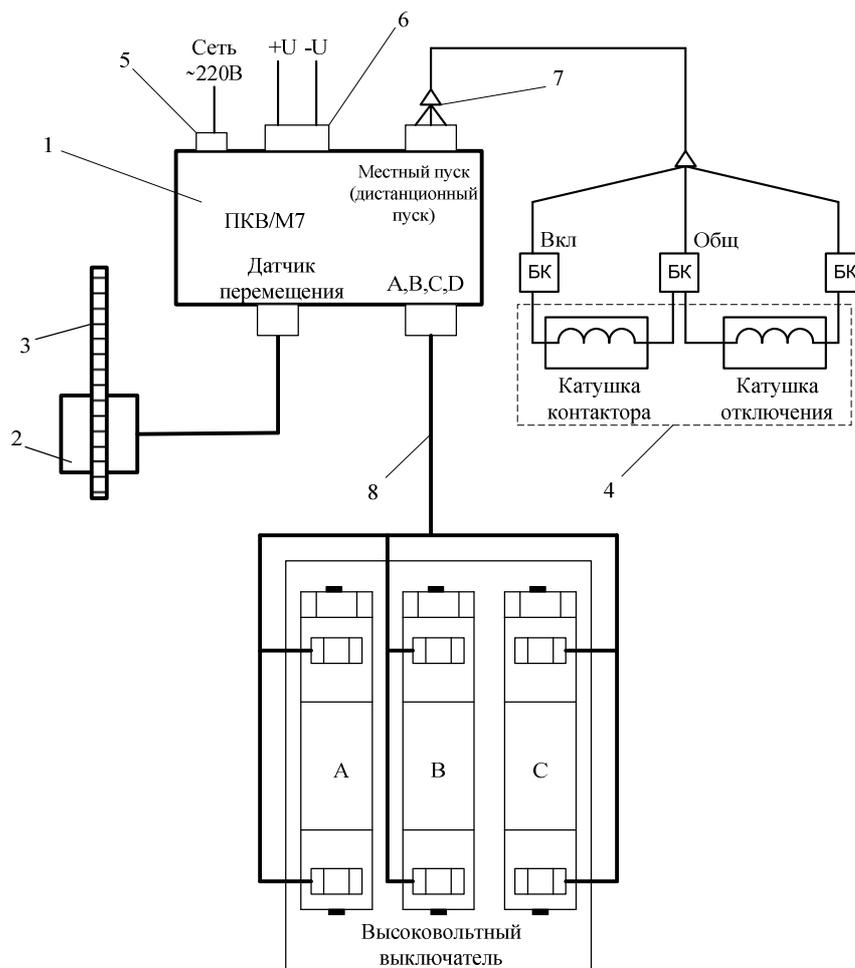
Рисунок 1 – Комплект приборов диагностического оборудования масляных выключателей

Благодаря использованию приведенного выше комплекта приборов можно получить значение сопротивления изоляции основных полюсов и вторичных цепей управления, значение сопротивления постоянному току

контактов основных полюсов выключателя, значение диэлектрических свойств основной изоляции, оценить тепловое состояние контактных зон и баков основных полюсов, значение механических характеристик, а для выключателей 110 кВ и выше тангенс угла диэлектрических потерь.

Методика использования приведенных приборов для технического диагностирования масляных высоковольтных выключателей приведена в [1]. Однако, описанная методика измерения временных и скоростных характеристик высоковольтных масляных выключателей (а также воздушных и вакуумных) устарела и требует замены в связи с появлением новых приборов.

На сегодняшний день промышленностью выпускается множество приборов по измерению скоростных и временных характеристик, одним из которых является прибор контроля высоковольтных выключателей ПКВ/М7 разработанный ООО «СКБ Электротехнического приборостроения» г. Иркутск и его аналоги [2]. Данный прибор позволяет контролировать скоростные характеристики на выведенном в ремонт выключателе. Полученные прибором значения времени от подачи команды до момента замыкания (размыкания) контактов высоковольтных выключателей должны соответствовать величинам, указанным в паспорте либо ПТЭЭП. Используя для связи с блоком управления выключателем кабель дистанционного пуска, прибор ПКВ функционирует как регистратор процессов и фиксирует временные и скоростные параметры выключателя. При этом прибор находится в режиме ожидания до момента прохождения управляющего импульса. Если по какой либо причине дистанционный пуск не возможен, связь с выключателем осуществляется по кабелю местного пуска и ПКВ, помимо функций регистратора процессов, используется в качестве формирователя управляющих сигналов (рисунок 2). На схеме не показан датчик угловых перемещений ДП21 и элементы крепления.



- 1 – измерительный блок ПКВ/М7, 2 – датчик перемещения линейный ДП12 (угловой ДП21),
 3 – измерительный стержень (датчик ДП12), 4 – привод выключателя, 5 – сетевой кабель,
 6 – кабель питания коммутатора, 7 – кабель местного пуска (дистанционного пуска),
 8 – кабели полюсов

Рисунок 2 – Схема подключения прибора ПКВ/М7 к трехполюсному выключателю

Перед испытаниями прибор следует подключить к выключателю с помощью кабеля местного (или дистанционного) пуска 7 к блок-контактам БК привода выключателя 4. Для фиксации соприкосновения контактов основных полюсов, создают цепь с помощью кабелей полюсов 8. При использовании кабеля местного пуска следует также подключить кабель питания коммутатора 6 к источнику напряжения.

Рассмотрим работу прибора контроля высоковольтных выключателей ПКВ/М7 на примере дистанционного пуска. Масляный высоковольтный выключатель (МВ) 10 кВ выкатывается в коридор обслуживания распределительного устройства и располагается таким образом, чтобы можно

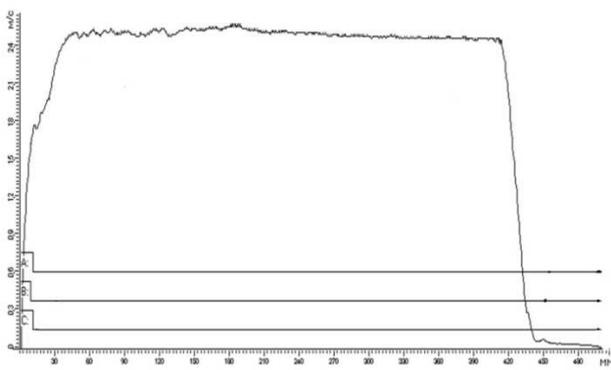
было штепсельным разъемом подключиться к вторичным цепям, а на основных полюсах поочередно установить измерительный стержень 3. Для выключателей напряжением 35 кВ и выше достаточно расшиновать выводы с обеих сторон.

Штепсельным разъемом МВ 10 кВ подключается к вторичным цепям питания и управления (шинки ШУ и ШП) для опробования выключателя в операциях «ВКЛЮЧЕНИЕ»/«ОТКЛЮЧЕНИЕ». На верхнем и нижнем выводе основных полюсов выключателя посредством струбцин закрепляют кабели полюсов 8 для фиксации замыкания/размыкания подвижного и неподвижного контактов. С помощью приспособлений для различного типа МВ 10 кВ на полюсе закрепляется датчик линейных ДП12 или угловых ДП21 перемещений и на подвижный контакт измерительный стержень 3.

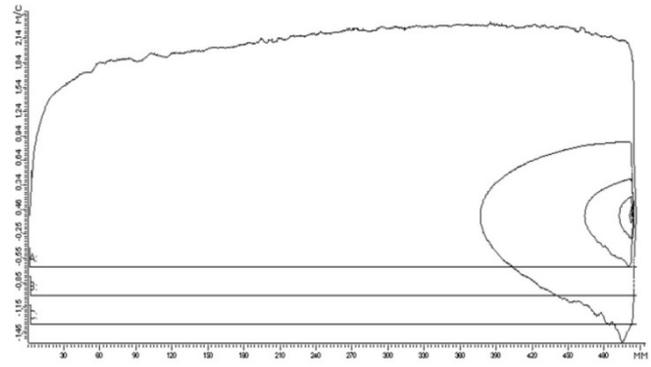
После подключения прибора к выключателю, специалист настраивает прибор, выставляя функцию «дистанционный пуск» и включает кнопку «Пуск», после чего прибор переходит в режим ожидания сигнала. С помощью пусковой аппаратуры МВ 10 кВ оператор выключает (отключает) выключатель дистанционно кнопкой от ячейки либо из операторной, по вторичным цепям и блок-контактам выключателя проходит сигнал включения (отключения), который фиксируется прибором и происходит расчет временных параметров и параметров хода данного выключателя.

Применение данного прибора позволяет значительно сократить время обследования по сравнению с измерением ручным механизированным способом [1] и представить данные в виде таблицы или графиков, что является несомненным преимуществом прибора ПКВ/М7 перед ранее применяемыми методами. Прибор позволяет строить графические зависимости $V=f(t)$, $S=f(t)$, $V=f(S)$. Разработчиками ПКВ/М7 наиболее раскрыто представлена информация по графической зависимости $V=f(S)$ для операций «ВКЛЮЧЕНИЕ» и «ОТКЛЮЧЕНИЕ».

Рассмотрим для примера график операции «ОТКЛЮЧЕНИЕ» исправного выключателя и выключателя с неисправным масляным буфером полученный с помощью прибора (рисунок 3) [2].



а)



б)

а) исправный выключатель, б) неисправен масляный буфер

Рисунок 3 – График процесса отключения выключателя

По оси абсцисс отражен ход подвижного контакта (мм), по оси ординат скорость подвижного контакта (м/с) (рисунок 3, а, б). На обоих графиках видно, что в начальный момент отключения ничего не препятствует ходу подвижного контакта, и он набирает скорость. О чем свидетельствует плавность линий графиков. По окончании процесса отключения выключателя на графике (рисунок 3, а) видно плавное гашение скорости и полная остановка траверсы за счет исправного масляного буфера. При неисправном масляном буфере скорость подвижного контакта при торможении траверса подвижного контакта будет биться об основании тележки выключателя и отскакивать, что можно наблюдать на графике (рисунок 3, б) в виде затухающих спиралеобразных волн.

За период с 2007 по 2013 года автором было проведено обследование более 300 масляных высоковольтных выключателей 10 – 110 кВ с использованием прибора ПКВ/М7 срок эксплуатации которых был от 20 – 45 лет. Характерными дефектами большинства объектов диагностирования были высокое сопротивление постоянному току основных полюсов выключателя, а также дефекты в кинематических узлах, что отражалось на показателях хода, вжим и скорость включения/отключения (таблица 1).

Таблица 1 – Характерные дефекты масляных выключателей по скоростным и временным характеристикам определенные прибором ПКВ/М7

Контролируемый параметр	Состояние
Операция «ВКЛЮЧЕНИЕ»	
Собственное время включения	Превышает допустимый диапазон значений
Скорость при замыкании контактов	Более (менее) допустимого диапазона
Максимальная скорость при включении	Превышает допустимый диапазон значений
Полный ход штока	Более (менее) допустимого диапазона
Разность хода при замыкании	Превышает допустимый диапазон значений
Разгон штанги с траверсой	Затормаживание штанги направляющими щетками
Прекращение работы электромагнитного привода. Остановка	Перелет штанги с траверсой
Операция «ОТКЛЮЧЕНИЕ»	
Скорость при размыкании контактов	Превышает допустимый диапазон значений
Максимальная скорость при отключении	Превышает допустимый диапазон значений
Разность хода при размыкании	Превышает допустимый диапазон значений
Движение штанги с траверсой под действием инерции и силы тяжести	Наблюдается затормаживание штанги. Зажаты щетки направляющего устройства
Полное торможение штанги с траверсой под действием силы тяжести. Работа масляного буфера	Штанга с траверсой совершает многократные возвратные движения до остановки. Неисправен масляный буфер

Указанные в таблице параметры были получены в результате анализа табличных и графических данных прибора ПКВ/М7 и на основании обучающего курса ООО «СКБ ЭП».

При создании приборов серии ПКВ конструкторами ООО «СКБ ЭП» было проанализировано значительное количество кинематических схем и узлов высоковольтного коммутационного оборудования, их поведение и взаимодействие друг с другом. Разработано учебное руководство с примерами графиков исправного и дефектного оборудования и их наглядным анализом. Однако до сих пор отсутствует полная методика диагностирования высоковольтных выключателей с применением приборов ПКВ.

Автором в дальнейшем планируется разработка предложений по созданию и внедрению методики технического диагностирования высоковольтных выключателей приборами серии ПКВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД-75.200.00-КТН-079-12. Положение о диагностировании, порядке технического освидетельствования и продлении срока службы энергоустановок нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов. – Взамен РД-75.200.00-КТН-178-09; Введ. 29.06.2012. – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2012. – 257 с.
2. ООО «Специализированное конструкторское бюро электротехнического приборостроения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.skbpribor.ru/>