

где  $Kr$  – коэффициент искажения; для горизонтальной, вертикальной и наклонной трещины  $Kr = 1.2, 1.0$  и  $1.1$ . Для интервалов, где получены керны и проведен их анализ, можно считать, что результат анализа кернов представляет пористость системы матрицы, а результат интерпретации отражает общую пористость. Таким образом, разность результатов интерпретации и анализа кернов выражает величину трещинной пористости. Эта разность применяется для калибровки  $mf$  и  $Kr$ . Потому что, единичные эмпирические значения величины  $mf$  и  $Kr$  не всегда годятся для разных карбонатных залежей.

#### Технология интерпретации проницаемости

В карбонатных коллекторах проницаемость определяется совместным отражением пор и трещин. В районе Чэндао разработаны и использованы следующие методы определения проницаемости.

##### 1. Определение проницаемости по ЯМК

В настоящее время распространено несколько уравнений для определения проницаемости по ЯМК. В районе Чэндао для ордовикской карбонатной залежи нефти нами выбрано следующее уравнение:

$$k_{ПП} = C \times K_{П}^m \times T_{2g}^n, \quad (3)$$

где  $T_{2g}$  – среднее значение  $T_2$ , мксек;  $C, m, n$  – эмпирические показатели. По анализу  $C, m$  и  $n$  составляют, соответственно, 1.639, 2.711 и 2.531.

##### 2. Определение проницаемости по «ElanPlus»

В софтвере «ElanPlus» предложен следующий алгоритм для определения проницаемости:

$$K_{ПП} = 10^{4.4 + Wghtperm + 3.0 \times \lg(K_{П}) - 2.0 \times \lg(1 - K_{П})}, \quad (4)$$

$$wghtperm = \sum_{i=1}^n (Fi \times Wi); \quad (5)$$

где  $n$  – число видов минералов, содержащихся в породе;  $Fi$  – показатель  $i$ -ого минерала;  $Wi$  – весовой процент  $i$ -ого минерала. Для доломита, известняка и других распространённых минералов в природе в софтвере «ElanPlus» представлены эмпирические значения. Однако эти представленные значения не общеприняты для карбонатных разрезов, вследствие их сложной структуры пористости и неопределённости состава породы. Для конкретного района нами предложено проводить калибровку показателей.

#### Заклучение

С помощью многофункциональной платформы «Petrophysics» предложенные методы позволили повысить эффективность использования данных ЯМК и успешно применяются в районе Чэндао в КНР.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бо Сунчжан. Разработка карбонатных месторождений. – Пекин: Нефтяное промышленное издательство, 1996г.
2. Чжоу Вэнь. Методы для оценки трещинных нефтегазоносных коллекторов. - Чэнду: Сычуаньское научное техническое издательство, 1998г.

#### Технические науки

### ОБЗОР ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОГРАНИЧЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Барышников Д.В., Скакунов Д.А.

*Ачинский филиал Государственного университета цветных металлов и золота*

Состояние изоляции карьерного электрооборудования, определяющее надёжность работы и безопасность его обслуживания, во многом зависит от воздействующих на неё перенапряжений. Наряду с атмосферными перенапряжениями и перенапряжениями, обусловленными однофазными замыканиями на землю в сетях с изолированной нейтралью, существенное влияние на изоляцию электрооборудования оказывают коммутационные перенапряжения, особенно в установках с частыми коммутациями, оборудованных вакуумными выключателями. Эта проблема наиболее актуальна для элементов карьерной сети. Причиной тому - наличие большого числа электроприёмников с облегчённой изоляцией (электрические вращающиеся машины передвижных электроустановок карьеров).

Основными причинами перенапряжений на изоляции отдельного присоединения при коммутации нагрузки являются срез тока и повторные зажигания дуги.

Срез тока характерен для выключателей любого применяющегося в настоящее время типа (маломасляных, электромагнитных, воздушных, вакуумных, элегазовых). В вакуумных выключателях причиной среза тока является неустойчивость дуги при малых токах, так как она горит в парах металла контактов.

Кроме величины тока, на перенапряжения при срезе, влияют индуктивность нагрузки (или мощность) и емкость присоединения (длина воздушной или кабельной линии). Анализ результатов измерений показал, что с ростом номинальной мощности отключаемых электродвигателей средние и максимальные КП уменьшаются. Это объясняется, в основном, снижением волнового сопротивления обмоток. Перенапряжения, распространяющиеся на сеть, ниже перенапряжений на нагрузке, что обусловлено шунтирующим действием емкости питающей сети. Параметры кабеля, двигателя и выключателя являются определяющими, параметры внешней сети (до выключателя) на формирование КП влияют незначительно. Увеличение емкости системы кабель - электродвигатель и активно-индуктивного сопротивления кабеля приводит к уменьшению амплитуды, крутизны и числа импульсов КП при повторных зажиганиях дуги в выключателе. Принято считать, что при значительной длине присоединения перенапряжений из-за среза тока в выключателе вообще не возникает. Нали-

чие даже небольшой активной нагрузки на вторичной стороне отключаемого силового трансформатора также исключает возникновение перенапряжений по причине среза.

Первым опытным средством ограничения КП стали вентильные разрядники, но, имея импульсное пробивное напряжение выше  $3,2 \cdot U_{\text{иф}}$  и большие габариты, вентильные разрядники (РВМГ, РВМК, РВМКГ, РВРД) не смогли обеспечить надёжное ограничение коммутационных перенапряжений.

В последние годы, как в России, так и за рубежом в электрические сети активно внедряют нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). ОПН представляет собой нелинейный резистор на основе ZnO с высоким коэффициентом нелинейности, благодаря чему при номинальном фазном напряжении он пропускает ничтожный ток 1 мА. При увеличении напряжения сопротивление ОПН резко уменьшается, а ток, протекающий через него, растёт. По данным каталогов продукции ряда крупнейших фирм, работающих в области производства электротехнических изделий, уровень ограничения перенапряжений нелинейными ограничителями типа ОПН КР/TEL и ОПН РТ/TEL составляет (2,8 - 3,6)Uф.

Применение ОПН на карьерах ограничено их низкой надёжностью в результате термической неустойчивости в условиях частых однофазных замыканий на землю и неудовлетворительного действия релейной защиты. Кроме того, включение ОПН между фазами сети и корпусом экскаватора, в районах с многолетнемерзлыми грунтами может приводить к появлению опасных потенциалов на корпусах экскаваторного оборудования вследствие неэффективного действия защитных устройств.

Считается, что частичное ограничение перенапряжений может быть достигнуто нормированием минимальной длины кабеля между высоковольтным выключателем и коммутируемой нагрузкой. Защитное действие кабельной вставки основано на уменьшении волнового сопротивления коммутируемого контура за счёт собственной ёмкости кабеля. Однако расчёты показывают, что применительно к экскаваторам этот способ неприемлем как с технической, так и экономической стороны.

Распространённым средством защиты двигателей и трансформаторов от КП, является подсоединение RC-цепочек между ВКА и нагрузкой. RC-цепочка состоит из конденсаторов 0,1 - 0,5 мкФ и резисторов 25 - 100 Ом, соединённых последовательно. Конденсаторы уменьшают волновое сопротивление цепи нагрузки, снижая тем самым перенапряжения, вызванные срезом тока, а резисторы способствуют затуханию высокочастотного тока, регулируют воздействие на другие фазы и вместе с конденсаторами уменьшают вероятность повторного зажигания дуги в ВКА. Уровень ограничения перенапряжений RC-цепочками составляет (1,8 - 2,4)Uф.

Определяющими факторами при выборе средств защиты от коммутационных перенапряжений являются допустимый уровень перенапряжений для данного типа оборудования и условия электробезопасности.

## СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ВЕСОДОЗИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Гурьев В.А., Никонов А.И.  
*Самарский государственный  
технический университет,  
Самара*

Моделирование структурных совокупностей командно-измерительных средств и операций имеет важное значение для разработки автоматизированных весодозирующих установок, применяемых в промышленности. Среди основных требований к разрабатываемой весодозирующей установке (ВДУ) можно назвать такие, как обеспечение рациональности её построения и достижение оперативности в реализации заданного режима дозирования.

Ниже рассматриваются структурные модели построения и принципа действия командно - измерительной подсистемы автоматизированной ВДУ; данная подсистема должна выполнять функции формирования управляющих воздействий на исполнительные органы ВДУ и команд, инициирующих выполнение необходимых измерений, а также оценки полученных измерительных результатов и её использования в текущем управлении технологическим оборудованием весодозирования (ТОВ).

Разработанная структурная модель построения командно-измерительной подсистемы включает в свой состав следующие составные звенья: оператор процесса весодозирования ОПВ; компьютерный пульт управления КПУ; модуль ввода-вывода МВВ (на микроконтроллерной базе); модуль электрической стыковки МЭС; модуль оповестительных элементов МОЭ. Структурно-модельные компоненты в парах (ОПВ, КПУ), (КПУ, МЭС), (МЭС, МВВ) взаимодействуют между собой двусторонним образом.

С многомерным входом МОЭ связаны контролируемые объекты ТОВ; многомерный выход МОЭ соединен с соответствующим входом МВВ, который имеет аналоговые и дискретные узлы преобразования входной измерительной информации. Внешний выход рассматриваемой структуры командно-измерительной подсистемы связан с узлами формирования силовых управляющих воздействий на исполнительные органы ТОВ, в частности, на электродвигатели, затворы дозаторов.

Общее действие рассматриваемой командно-измерительной подсистемы организовано в соответствии с обработкой последовательности ряда процедур. Они представлены в операционной модели указанного действия следующей цепочкой: процедура "Выбор марки смеси и требуемого объёма"; первая стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Пуск дозирования"; вторая стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Выгрузка дозаторов в бетоносмеситель"; третья стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Выгрузка смеси в транспортное средство"; четвертая стадия мониторинга состояния технологического оборудования.