

Рис. Принципиальная схема процесса деизогексанизации установки низкотемпературной изомеризации

Для дальнейшей автоматизации процесса деизогексанизации планируется выбор схемы регулирования на основе проведенного патентного анализа [4-5]. Выбранная схема будет также реализована в программе Aspen Hysys, но уже в динамическом режиме. Патентный анализ показал, что необходимым является контроль и поддержание постоянной температуры подачи потока входного сырья на питающую тарелку, стабилизация верха и куба колонны, а также температуры тарелки отбора бокового погона с целевым продуктом. В предлагаемых методах автоматического регулирования представлена схема контроля концентрации в верхней части колонны в связи со смешением потоков легкого и тяжелого изомеризата с продуктом колонны-деизопентанизатора, как способ предотвратить возможные колебания процесса и обеспечить качество продукта изомеризации [6].

Литература

1. Автоматизация процессов нефтепереработки [Текст]: уч. пос. / А. Д. Ермоленко, О. Н. Кашин, Н. В. Лисицын и др.; под. общ. ред. д-ра техн. наук В. Г. Харазова. – СПб.: Профессия, 2015. – 163 с.
2. Основы работы в программе ASPEN HYSYS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/80119408-O-a-kuznesov-osnovy-raboty-v-programme-aspen-hysys.html>.
3. Фаловский, В. И. Современный подход к моделированию фазовых превращений углеводородных систем с помощью уравнению состояния Пенга-Робинсона [Текст] / В. И. Фаловский, А. С. Хорошев, В. Г. Шахов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – № 4. – С. 120 – 125.
4. Хайрулинна Г.Р. Моделирование системы управления в программной среде ASPEN HYSYS [Текст] / Г.Р. Хайрулинна // Международный научный журнал «Научные вести». – 2019. – Т. 6. – № 11. – С. 148 – 157.
5. Wolf N., Herceg S., Zeljka U. A. Continuous estimation of the key components content in the isomerization process products [Text] / N. Wolf, S. Herceg, U. A. Zeljka // Chemical Engineering Transactions. – 2018. – V. 69. – P. 79 – 84. DOI: 10.3303/CET1869014.
6. Fazlali A. R., Khondabi V. G., Mahrouei M., Tavakoli J. Optimization of Control System of Petroleum Refinery Isomerization Unit by Plant-Wide Control Principles [Text] / A.R. Fazlali, V. G. Khondabi, M. Mahrouei, J. Tavakoli // International Journal of Engineering. – 2019. – V. 32. – P. 901 – 907. DOI: 10.5829/ije.2019.32.07a.01.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАТКОМ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 220 КВ

Сухов Е.Р., Рубан Н.Ю., Малькова Я.Ю.

Научный руководитель - доцент Н.Ю. Рубан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с постоянным ростом спроса на электроэнергию возникает необходимость в поддержании напряжения на постоянном уровне. Именно от этого зависит качество электроэнергии, передаваемой потребителю. С решением данной проблемы успешно справляются устройства FACTS. FACTS – это комплекс технических и информационных средств автоматического управления параметрами линий электропередачи. Так СТАТКОМ можно

отнести к устройствам FACTS второго поколения. Основной функцией данного комплекса является то, что он может генерировать в сеть или потреблять реактивную мощность из сети, тем самым повышая или понижая уровень напряжения. Однако это может оказывать влияние на изменение полного сопротивления линии и, как следствие, на функционирование дистанционной релейной защиты.

В ходе работы моделируется кольцевая схема электрической сети, выполненная проводом АС300/39 [1] в пакете прикладных программ MATLAB Simulink, на которой в качестве защиты от междуфазных коротких замыканий используется дистанционная защита. Реле сопротивления, основной орган дистанционной защиты, реагирует на параметр полного сопротивления, как на функцию нескольких факторов, но зависящий в первую очередь от расстояния между местом установки дистанционной защиты и местом повреждения. Дистанционная защита состоит из трех ступеней: первая ступень охватывает 85-90% длины защищаемого участка; вторая ступень должна надежно охватывать защищаемую линию, шины противоположной подстанции и часть смежной линии; третья ступень выполняет функцию резервирования, охватывая смежную линию при отказе ее защиты.

Для срабатывания дистанционной защиты выбраны характеристики срабатывания, реализуемые в шкафу дистанционной и токовой защит линии типа ШЭ2607 021 от научно-производственного предприятия «ЭКРА». Расчет характеристик срабатывания ступеней и выдержек времени выполняется по следующим формулам [2]. Результаты расчета заносятся в таблицу:

$$z_y^I = k_n z_{yd} l_l = k_n z_{л1};$$

$$z_y^{II} \leq 0,85 z_{л1} + \frac{0,66}{k_T} z_{л2};$$

$$z_y^{III} > 0,85 z_{л1} + \frac{0,78}{k_T} z_y^{II};$$

$$t_{cp}^I = 0;$$

$$t_{cp}^{II} = t_{cp}^I + \Delta t;$$

$$t_{cp}^{III} = t_{cp}^{II} + \Delta t;$$

где $z_y^I, z_y^{II}, z_y^{III}$ – зоны срабатывания ступеней; k_n – коэффициент надежности ($k_n = 0,85 \div 0,9$); k_T – коэффициент токораспределения ($k_T = 1$); z_{yd} – удельное сопротивление линии; l_l – длина защищаемой линии; $z_{л1}$ – полное сопротивление защищаемой линии; $z_{л2}$ – длина смежной линии; $t_{cp}^I, t_{cp}^{II}, t_{cp}^{III}$ – выдержки времени ступеней; Δt – степень селективности ($\Delta t = 0,5$ с).

Таблица

Результаты расчета характеристик срабатывания и выдержек времени

Ступени	Комплект дистанционной защиты № 1		Комплект дистанционной защиты № 2	
	z_y , Ом	t_{cp} , с	z_y , Ом	t_{cp} , с
1 ступень	3,06+j13,67	0	5,77+j25,78	0
2 ступень	4,50+j20,11	0,5	8,49+j37,91	0,5
3 ступень	10,39+j46,42	1	12,98+j58	1

На основании расчетов строятся многоугольные характеристики срабатывания, соответствующие допустимому диапазону изменения параметров дистанционной защиты линии [3] (рис.1).

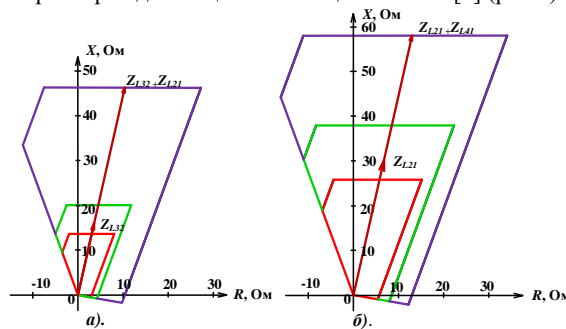


Рис.1. а). Характеристика срабатывания комплекта дистанционной защиты №1; б). характеристика срабатывания комплекта дистанционной защиты №2

В целях изучения влияния СТАТКОМ на дистанционную защиту производятся короткие замыкания $t_{кз} = 0,1$ с в зонах всех ступеней сначала без включения СТАТКОМ в сеть, затем при включении СТАТКОМ. Сравнение изменений полного сопротивления при коротком замыкании для представлено на рис.2 для первой ступени, для второй ступени – на рис.4 и для третьей ступени – на рис.6. Сравнение изменений времени срабатывания дистанционной защиты представлено на рис.3 для первой ступени, для второй ступени – на рис.5 и для третьей ступени – на рис.7.

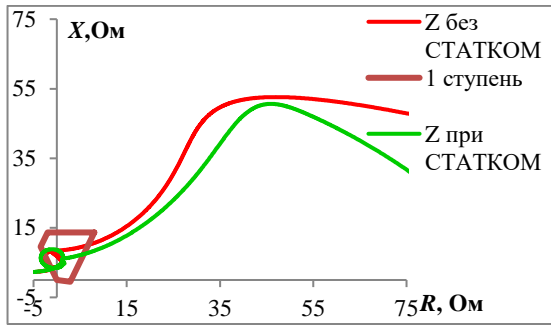


Рис. 2. Годограф полного сопротивления при коротком замыкании в зоне первой ступени

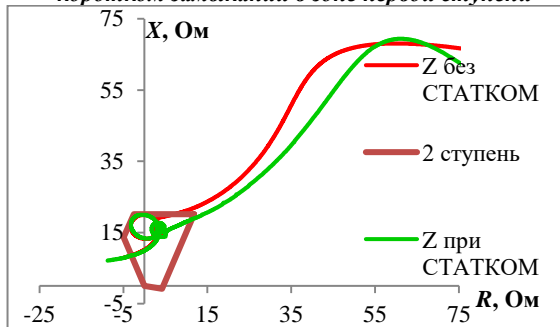


Рис. 4. Годограф полного сопротивления при коротком замыкании в зоне второй ступени

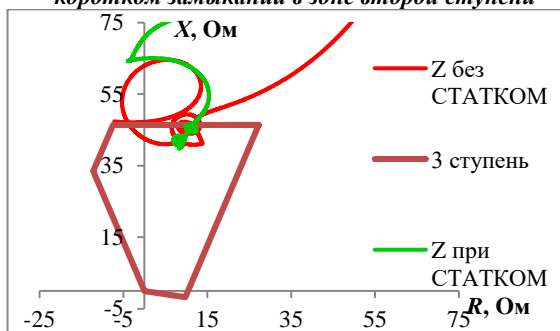


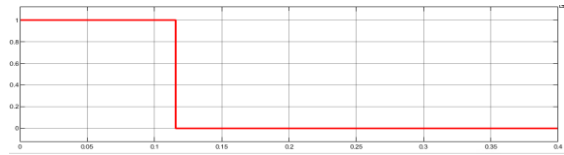
Рис. 6. Годограф полного сопротивления при коротком замыкании в зоне третьей ступени

При включении СТАТКОМ в момент коротких замыканий в зонах первой и второй ступеней реактивная составляющая полного сопротивления стала меньше, время срабатывания не изменилось. При коротком замыкании в зоне третьей ступени реактивная составляющая полного сопротивления увеличивается, также увеличивается и время срабатывания в результате того, что СТАТКОМ генерирует реактивную мощность в сеть. Результаты моделирования показывают влияние СТАТКОМа на характеристики дистанционного реле и увеличение времени срабатывания в зависимости от расстояния до короткого замыкания.

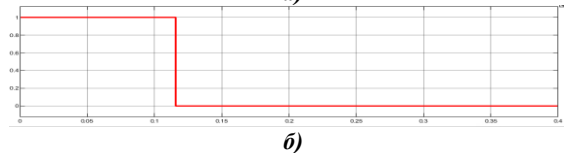
Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант МК-5320.2021.4.

Литература

1. Неклепаев Б. Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.
2. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 7. Дистанционная защита линий 35-330 кВ. М.: издательство «Энергия», 1966 г. – 172 с. с черт.
3. Шкаф защиты линии и автоматики управления выключателем ШЭ2607 016. Руководство по эксплуатации ЭКРА.656453.159 РЭ. – Чебоксары: ООО «НПП ЭКРА», 2015. – 168 с.

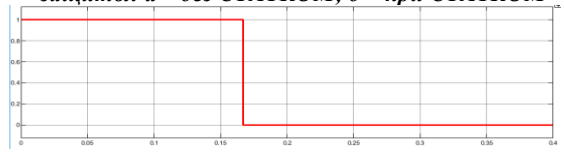


а)

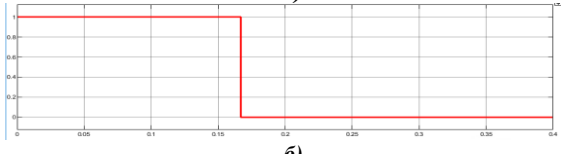


б)

Рис. 3. Время срабатывания дистанционной защиты: а – без СТАТКОМ; б – при СТАТКОМ

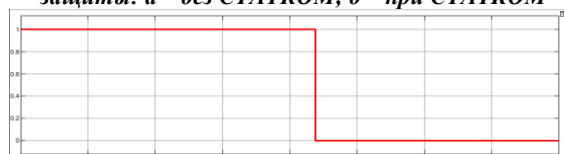


а)

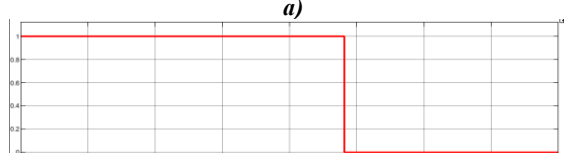


б)

Рис. 5. Время срабатывания дистанционной защиты: а – без СТАТКОМ; б – при СТАТКОМ



а)



б)

Рис. 7. Время срабатывания дистанционной защиты: а – без СТАТКОМ; б – при СТАТКОМ