

мальным удельным сопротивлением 40-50 кПа для сельскохозяйственных орудий. Поэтому выпадение осадков во многом определяет уровень топливной экономичности, который прямо пропорционален тягово-сцепным качествам трактора. С увеличением осадков на 1% сила сопротивления повышается 1,2 кПа, ухудшается коэффициент сцепления, теряется устойчивость трактора вследствие повышения буксования и сползания.

Отношение силы тяги на крюке к весу трактора, приходящегося на ведущие колеса, называется коэффициентом тяги.

$$\varphi = \frac{(P_k - \sum P_n)}{G_k},$$

где P_k – сила тяги на крюке, кН;

$\sum P_n$ – сила сопротивления передних колес, кН;

G_k – вес, приходящийся на ведущие колеса.

Учитывая перечисленные условия, что топливная экономичность зависит не только от влажности почвы и от вида трансмиссии, внешних сопротивлений и эксплуатационной скорости. Тогда необходимая мощность трактора в зависимости от силы тяги и эксплуатационной скорости определяется по формуле:

$$N_{nom} = \frac{(P_k + \sum P_n) * V}{\eta_t * \eta_s},$$

где V – эксплуатационная скорость трактора, км/ч;

η_t – КПД трансмиссии;

η_s – коэффициент эффективности проскальзывания.

Топливную экономичность разных тракторов можно оценить посредством использования параметров, отражающих производительность работы агрегата,

та, тогда эксплуатационная топливная экономичность выражается через расход топлива на выполненную работу агрегата, которую можно выразить формулой:

$$g_{exp} = \frac{N_{nom} \cdot g_e}{B_m \cdot V_{тр}},$$

где g_e – удельный расход топлива, гр/кВт-ч;

B_m – ширина с.-х. орудия, м;

$V_{тр}$ – скорость трактора, км/ч.

Эксплуатация тракторов в горных и высокогорных условиях требует специальных тракторов, приспособленных к высокогорным условиям, или разработки системы автоматизированного управления (САУ) по перераспределению веса трактора и агрегата для безопасного выполнения технологических процессов.

Библиографический список

1. Амельченко П.А. Колесные тракторы для работы на склонах / П.А. Амельченко, И.П. Ксенович, В.В. Гуськов, А.И. Якубович.
2. Белов И.П. Влияние высокогорья на работу дизелей / И.П. Белов. Фрунзе, 1978.
3. Петренко Е.Я. Некоторые особенности работы автотракторных дизелей в высокогорных условиях / Е.Я. Петренко. Фрунзе, 1972.
4. Нусупов Э.С. Классификация условий эксплуатации тракторов, автомобилей и с.-х. техники в Кыргызской республике / Э.С. Нусупов, Т.Ы. Маткеримов, С.К. Абдрахманов, К.К. Мажин. Бишкек, 1995.
5. Р.Р. Двали. Механическая тяга в горном земледелии / Р.Р. Двали. Тбилиси, 1971.



УДК 621.316.925:63

Ю.В. Анисимов,
В.И. Рожков

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪКТОВ АПК

Задача увеличения производства и повышения качества переработки сельскохозяйственной продукции может быть

успешно решена на базе крупных сельскохозяйственных предприятий. К ним относятся элеваторы, крупные животно-

водческие фермы, тепличные хозяйства, мельницы, консервные заводы и др. Производственный процесс на этих предприятиях требует большого количества электроэнергии, которую они, как правило, получают от электроэнергетических компаний. Перерывы электроснабжения таких потребителей электроэнергии связаны с большим ущербом.

Структура внешнего электроснабжения сельских потребителей северного и центрального регионов Казахстана сложилась в 70-е годы прошлого века при освоении целинных земель.

Она включает в себя районную подстанцию 110/35/10 кВ, сети 35 кВ, понижающие подстанции 35/10 кВ, которые находятся в населённых пунктах, где сосредоточено производство сельскохозяйственной продукции и их переработка, а также сети 10 кВ. Эта система зарекомендовала себя с положительной стороны. Однако вопросы надёжности электроснабжения решены не полностью и поэтому остаются актуальными в настоящее время.

Важными элементами в системе электроснабжения сельскохозяйственных объектов являются линии 35 кВ и подстанции 35/10 кВ.

Известно, что на линиях 35 кВ в процессе их эксплуатации могут возникать аварийные режимы, т.е. различные междофазные короткие замыкания. Предотвратить возникновение этих коротких замыканий невозможно, так как причинами являются природные явления (пробои изоляции вследствие грозы, отложения снега и изморози, совместные нагрузки от ветра и гололёда), приводящие к 80% от всех повреждений в системе электроснабжения сельскохозяйственного назначения. Наиболее тяжёлыми по своим последствиям являются гололёдные и ветровые воздействия, вследствие которых возникает короткое замыкание, приводящее к массовым авариям с отключением на длительное время большого числа, возможно, ответственных потребителей.

Согласно правилам устройства электроустановок для защиты от коротких замыканий на линиях 35 кВ могут устанавливаться токовая ступенчатая или дистанционная защиты. Токовая ступенчатая защита должна согласовываться по времени по ступенчатому принципу между

собой и защитами подстанций 35/10 кВ. В результате чего выдержки времени защит, установленных на линии 35 кВ, увеличиваются по направлению к шинам 35 кВ районной подстанции, одновременно с этим увеличиваются также токи короткого замыкания, усугубляя последствия короткого замыкания.

Например, если на подстанции «В» 35/10 кВ (рис. 1) установлены токовые защиты, и предположим, что выдержка времени максимальной токовой защиты отходящей линии 10 кВ равна 0,5 с, принятая по условию согласования с предохранителями трансформаторов 10/0,4 кВ, то согласно ступенчатому принципу согласования токовых защит выдержка времени защиты ввода 10 кВ будет на ступень $\Delta t = 0,5$ с селективности больше, т.е. равна 1 с, а выдержка времени защиты ввода 35 кВ 1,5 с соответственно. Далее, если рассматривать питание линии – 35 кВ от районной подстанции 110/35/10 кВ (ПС 1), при котором работают токовые направленные защиты (7, 5, 3, 1), выдержка времени защиты 7 в соответствии с вышеуказанным будет составлять 2 с, пятой – 2,5, третьей – 3, первой – 3,5 с. Аналогично возрастает выдержка времени отсечек линий 35 кВ, т.е. выдержка времени отсечки 7 подстанции «В» равна 0,5 с, по условию согласования с отсечкой трансформатора Т2 этой подстанции отсечка 5 подстанции «Б» будет составлять 1 с, отсечка 3 подстанции «А» – 1,5 с, отсечка 1, установленная в голове линии будет иметь максимальную выдержку времени – 2 с. Такие выдержки времени защит могут привести не только к нарушению электроснабжения по воздушным линиям 35 кВ, но и к более тяжёлым последствиям как выходу из строя дорогостоящего трансформатора 110/35/10 кВ районной подстанции.

Дистанционная защита является альтернативой токовой защиты. Она является также ступенчатой, но её характеристики обеспечивают снижение выдержки времени по направлению к шинам 35 кВ районной подстанции. Однако зона защиты с минимальной выдержкой времени составляет не более 85% участка линии. Она относится к сложным защитами, требует постоянного контроля цепей напряжения, а также сложна в определении установок срабатывания, поэтому

она не нашла широкого применения в сельских сетях 35 кВ.

Тяжёлые последствия коротких замыканий, возникающих на участках линий 35 кВ, можно уменьшить, если снизить выдержки времени защит установленных на этих линиях. При этом действия защит участков линий 35 кВ должны согласовываться с защитами подстанций 35/10 кВ, которые должны отключать без выдержки времени её повреждённые элементы независимо от места короткого замыкания.

На кафедре электроснабжения Казахского государственного агротехнического университета им. С. Сейфуллина разработано устройство защиты однотрансформаторной подстанции 35/10 кВ без выдержки времени, осуществляющее контроль количества одновременно возникающих бросков тока короткого замыкания в контролируемых точках подстанции, по результатам которого происходит селективное отключение без выдержки времени повреждённого элемента подстанции, обладающее высокой чувствительностью к коротким замыканиям на отходящих линиях 10 кВ. Разработано также устройство для защиты двухтрансформаторных подстан-

ций 35/10 кВ, которое кроме указанных функций защиты однотрансформаторной подстанции способно отключать без выдержки времени или с минимальной выдержкой времени секционный выключатель 35 кВ при коротком замыкании на шинах 35 кВ подстанции или отходящей от неё линии 35 кВ.

На рисунке 2 рассмотрена схема сети 35 кВ и карта селективности при использовании на двухтрансформаторных подстанциях разработанных устройств.

В этом случае выдержка времени защиты 7 подстанции «В» при коротком замыкании на шинах 35 кВ или отходящей линии равна нулю. Принимая ступень селективности по времени $\Delta t = 0,2$ с, так как защиты выполненные на электронной базе и разбросы по времени отсутствуют, тогда выдержка времени отключения секционного выключателя защитой подстанции «Б» равна 0,2 с, подстанции «А» – 0,4, а защиты (1) в голове линии 0,6 с, что существенно меньше чем выдержка времени первой ступени токовой ступенчатой защиты, которая равна 2 с и значительно меньше времени действия второй ступени, равной 3,5 с.

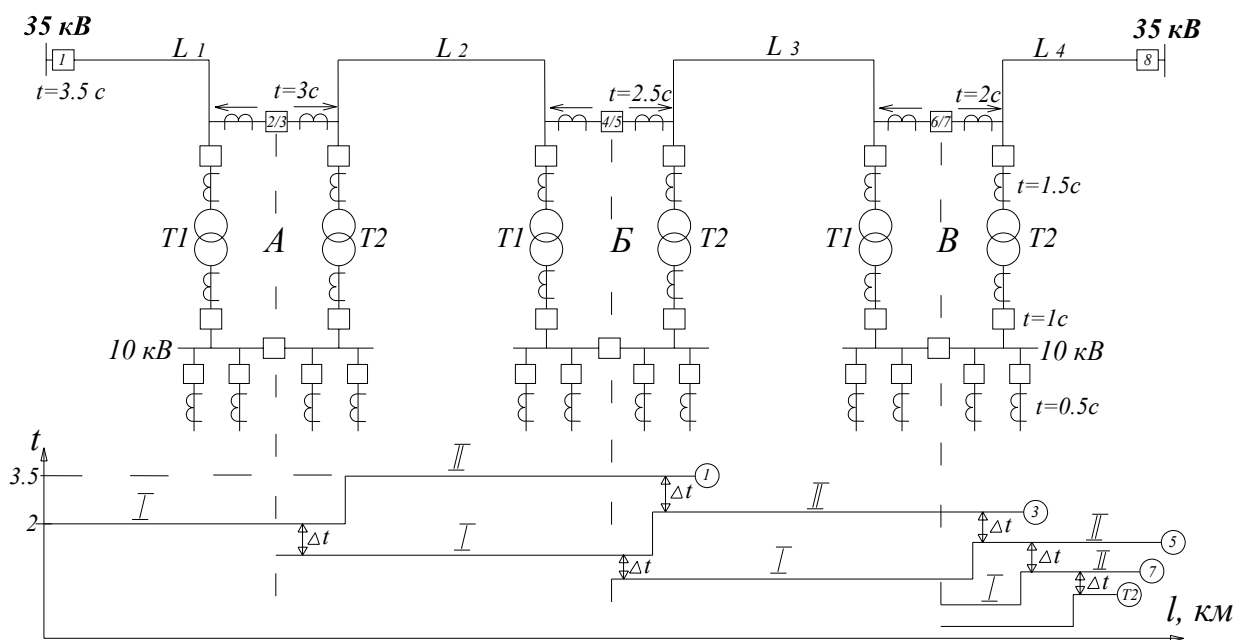


Рис. 1. Схема сети 35 кВ и карта селективности (при установке на линиях и подстанциях 35/10 кВ токовых защит)

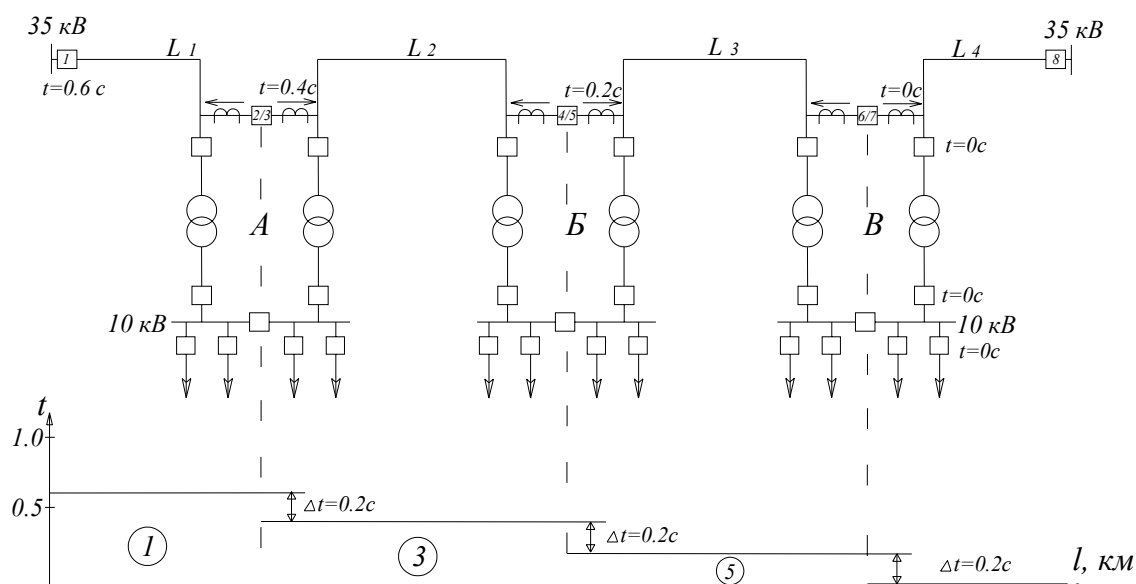


Рис. 2. Схема сети 35 кВ и карта селективности (при установке на подстанциях разработанных устройств)

Выводы

1. В настоящее время токовые защиты подстанций 35/10 кВ и линий 35 кВ согласовываются по времени по ступенчатому принципу, согласно которому выдержка времени по направлению к шинам районной подстанции значительно возрастает, усугубляя последствия коротких замыканий.

2. Применение токовых защит без выдержки времени на двухтрансформаторных подстанциях 35/10 кВ позволит существенно снизить время действия защит линий 35 кВ и последствия коротких замыканий.

Библиографический список

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем: учебное пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. М.: Энергоатомиздат, 1998.
2. Патент РК № 50582, 16.10.2006 г. бюл. № 10. Устройство без выдержки времени подстанции / Ю.В. Анисимов, В.И. Красников.
3. Шабад М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей / М.А. Шабад. Л.: Энергоатомиздат, 1985.

