

# ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

*Нестеров А. М., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Вендин С. В. д-р техн. наук, проф.  
Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина*

## ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЛ 35 кВ В ГАБАРИТАХ ВЛ 10 кВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

elapk@mail.ru

*В работе произведён обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габарите ВЛ 10 кВ в Белгородской области. Рассмотрены технические аспекты проектирования и строительства ВЛЗ 35 кВ.*

**Ключевые слова:** ВЛЗ 35 кВ, ВЛЗ 10 кВ, малогабаритные ВЛ 35 кВ, охранный зона ВЛЗ 35 кВ, опоры класса напряжения 35 кВ.

Потребность перевода современных распределительных сетей 6-10 кВ на более высокие классы напряжения указана в отраслевом документе «Техническая политика ОАО МРСК - Центра». Так в пункте 2.2 содержится требование: «Выбор системы напряжений распределения электроэнергии должен осуществляться в процессе разработки Схем перспективного развития сетей 6–20 кВ, на основе анализа роста перспективных электрических нагрузок. При планировании реконструкции участков сетей, строительстве новых электросетевых зон, строительстве новых узловых центров питания должен осуществляться переход на более высокие классы среднего напряжения (с 6 кВ на 10 кВ, с 10 кВ на 35 или 20 кВ)».

Сейчас строительство ВЛ 35 производится в габаритах ВЛ 110 кВ, а технические возможности позволяют применение в этом классе напряжения ВЛ с защищенными изоляцией проводами, давая возможность их строительства в габаритах ВЛ 10 кВ. Защищенные изоляцией провода не боятся схлестывания в пролетах. Это способствует значительному сокращению межфазного расстояния и соответственно возможность перейти на штыревую изоляции вместо подвесной, что сразу позволяет уменьшить высоту опоры ВЛЗ 35 до габаритов опоры ВЛЗ 10 кВ. Это даёт возможность передать минимум в 2,5 раза большую мощность при одновременном сокращении потерь [1,2].

Экономический эффект от использования защищенных изоляцией проводов будет достигнут за счет:

- возможности передачи мощности в 2,5-3 раза большей по ВЛ с традиционными габаритами ВЛ 10 кВ;
- значительного уменьшения габаритов линии. Уменьшение ширины просеки, требуемой

площади отвода земли на период строительства и эксплуатации;

- значительного снижения стоимости стоек, их фундаментов и металлоконструкций опор;
- снижения стоимости изоляции при использовании новых опорных линейных фарфоровых изоляторов (ОЛФ) вместо промежуточной подвески на базе подвесных стеклянных изоляторов;
- снижения стоимости монтажных работ;
- уменьшения эксплуатационных издержек;
- снижение издержек предприятий добывающей промышленности от недополучения прибыли в результате отключения линий.

Техническая возможность строительства ВЛЗ 35 кВ в габарите ВЛЗ 10 кВ в России на данный период существует, так как необходимые провода, устройства для защиты от атмосферных перенапряжений, стойки, современные образцы линейной арматуры, изоляторов и металлоконструкций опор разработаны и ждут своего применения.

С увеличением количества предприятий, не допускающих перебоев в электроснабжении в Белгородской области, всё острее становится вопрос обеспечения требуемой надежности. Необходимость перевода современных распределительных сетей 6-10 кВ на более высокие классы напряжения растёт. Строительство ВЛЗ является одним из таких решений. Использование защищенных проводов в конструкции распределительных линий среднего напряжения является в настоящее время обычной практикой в европейских странах. Так же в Белгородской области существует дефицит мощности, который может привести в скором времени расширению сетей среднего напряжения в области. Строительство ВЛЗ 35 кВ в габаритах 10 кВ существенно уменьшит территорию отчуждаемую

при строительстве. Для Белгородской области это может быть актуально, так как большая часть территории области является сельскохозяйственными угодьями [4, 6, 7].

Главной проблемой строительства ВЛЗ 35 кВ в России является отсутствие нормативной базы, т.е. необходимо дождаться либо принятия технического регламента, либо соответствующих дополнений к ПУЭ. Нет типовых проектов, немногие институты могут качественно разработать рабочую документацию; ограниченность в выборе материалов, арматуры и конструкций.

Таким образом при предварительных расчетах строительство ВЛЗ 35 кВ обойдется дешевле строительства обычной ВЛ 35 кВ и много дешевле кабельной линии. А удорожание в 1,4

раза относительно ВЛЗ 10 кВ позволяет передать более чем в 2,5 раза большую мощность, при одновременном значительном снижении потерь.

Если экономическое обоснование выглядит достаточно убедительно, то необходимость технической оценки встает достаточно остро.

При грубой оценке возможности использования типовых опор ВЛ 10 кВ можно воспользоваться оценкой их ветровых пролетов. Ветровой пролет обратно пропорционален диаметру и массе провода, т.е. для сохранения существующих пролетов при переходе со сталеалюминевых (АС) проводов на провода защищенные (ПЗВ и ПЗВГ) необходимо применить провода с аналогичным диаметром провода.

Таблица 1

**Расчетный наружный диаметр и расчетная масса 1 км<sup>2</sup> проводов**

Номинальное сопротивление токо-проводящей жилы, мм	Номинальный наружный диаметр провода, мм			Расчетная масса 1 км провода, кг		
	АС	ПЗВ	ПЗВГ	АС	ПЗВ	ПЗВГ
35 (АС 35/6,2)	8,4	13,3	14,7	148	196	228
50 (АС 50/8)	9,6	14,5	15,9	194	244	279
70 (АС 70/11)	11,4	16,1	17,5	274	317	355
95 (АС 95/16)	13,6	17,8	19,2	384	405	447
120 (АС 120/19)	15,2	19,2	20,6	471	486	531

Таблица 2

**Приведение ПЗВ и ПЗВГ к АС по диаметру проводов**

Марка провода			Диаметр провода		
АС	ПЗВ	ПЗВГ	АС	ПЗВ	ПЗВГ
АС 35/6,2	—	—	8,4		
АС 50/8	—	—	9,6		
АС 70/11	35	—	11,4		
АС 95/16	50	—	13,6	13,3	
АС 120/19	70	35/50	15,2	14,5/16,1	14,7/15,9

При оценке таблицы 2 возникает вопрос о приросте мощности при переходе на напряжение 35 кВ. Грубо можно считать передаваемую мощность пропорциональной произведению длительно допустимого тока на напряжение.

$$\text{АС } 95/16 \text{ } 330 \text{ А} \times 10 \text{ кВ} = 3300 \text{ кВА}$$

$$\text{ПЗВ} 220 \text{ А} \times 35 \text{ кВ} = 7700 \text{ кВА}$$

$$\frac{\text{ПЗВ} 35}{\text{АС} 95/16} = \frac{7700}{3300} = 2,3$$

Таблица 3

**Прирост передаваемой мощности**

АС	ПЗВ	ПЗВГ	$P_{\text{ПЗВ}}/P_{\text{АС}}$	$P_{\text{ПЗВГ}}/P_{\text{АС}}$
АС 95/16	35	—	2,3	—
АС 120/19	50	35	2,5	2
АС 120/19	70	50	3,1	2,5

Для оценки технического решения выполним расчет ветровых пролетов [3] для условий

Белгородской области.

Основные данные расчета:

Принимаем уровень подвеса верхнего провода примерно на 0,4 м выше верха стойки, а уровень подвеса нижнего провода примерно на 1 м ниже верха стойки.

Климатические параметры: район по ветровому давлению II,  $W_0=500$  Па, район по толщине стенки гололеда III,  $b_3=20$  мм, региональная карта ветровых нагрузок при гололёде отсутствует.

Коэффициенты:  $K_w=1$  - для открытой мест-

ности; региональные коэффициенты  $\gamma_{pw}=1$  и  $\gamma_{pl}=1$  приняты в примере условно (указываются в задании на проектирование ВЛ в аварийных районах); коэффициенты надежности по ветру и гололёду:  $\gamma_{fv}=1,3$ ;  $\gamma_{fl}=1,6$  - для III района по гололёду; коэффициенты надежности по назначению: для одноцепных опор  $\gamma_{pw}=1$ ,  $\gamma_{pl}=1$ . Стойка опоры СВ 110-5,  $M_{CT}=50000$ Нм.

Таблица 4

**Ветровые пролеты ВЛЗ 35кВ на стойке СВ110-5 в зависимости от глубины заделки и толщины стенки гололеда**

Сечение, мм <sup>2</sup>	ПЗВ				ПЗВГ			
	2,2		2,5		2,2		2,5	
	15	20	15	20	15	20	15	20
35	88,4	68,1	93,2	71,5	85,7	66,7	90,3	70,0
50	85,9	66,7	90,6	70,1	83,4	65,3	87,8	68,6
70	82,8	65,0	87,3	68,3	80,5	63,6	84,7	66,8
95	79,8	63,2	83,8	66,4	77,5	61,9	81,5	65,0
120	77,3	61,8	81,3	64,9	75,2	60,5	79,1	63,5

В таблице 5 приводятся характеристики применяемых на ВЛ 10 кВ железобетонных стоек.

Таблица 5

**Характеристики применяемых на ВЛ 10 кВ железобетонных стоек**

Марка стойки	СВ105-1	СВ105-2	СВ110-1	СВ110-3	СВ110-5
Mr расчетный изгибающий момент на уровне земли, Нм	35300	49000	35300	40000	50000
Высота стойки, м	10,5	10,5	11	11	11

Выполненный анализ показал, что стойки СВ105-1, СВ110-1 и СВ110-3 не подходят по изгибающему моменту, для  $M_r=35300$  Нм ветровой пролет будет составлять в лучшем случае 40 метров. Для  $M_r=40000$  Нм ветровой пролет не более 50 метров.

Далее проверим габаритный пролет [4] для проводов марок ПЗВ 35/50/70 и ПЗВГ 50.

Основные данные используем из расчета сделанного ранее, модуль упругости 62,5кН/м, коэффициент линейного удлинения  $23 \times 10^{-6}$  1/град, приведенный пролет принимаем = 75метрам. Температура воздуха: максимальная 35, минимальная -35, среднегодовая 5, при ветре и гололеде -5.

Таблица 6

Провод	ПЗВ35		ПЗВ50		ПЗВ70		ПЗВГ35		ПЗВГ50		ПЗВГ70	
	b <sub>3</sub> , мм	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15
f, м	2,52	3,46	1,72	2,40	1,45	2,01	2,64	3,56	1,8	2,48	1,53	2,08

При строительстве ВЛЗ 35 кВ на стойках СВ110-5 (СВ105-5) максимальная стрела провеса составит: для ненаселенной местности примерно 2,5 м (2 м); для населенной примерно 1,5 м (1 м) (глубина заделки 2,5 метра, высота подвеса нижнего провода находится примерно ниже уровня верха стойки на 1 метр, габарит для ВЛЗ: по населенной местности составляет 6м; по ненаселенной местности 5 метров) [5].

Из всего выше указанного следует, что в Белгородской области рационально применение проводов с защитной изоляцией сечением до 70 мм<sup>2</sup>. При этом приведенный пролет ВЛЗ 35

кВ будет составлять примерно 65 метров.

Из всего выше перечисленного следует что, использование старых ВЛ 10 кВ для перевода их на напряжение 35 кВ возможно, но очень сильно ограничено, т.к. перевод возможен только на линиях, где применены стойки СВ105-5 и СВ110-5, которые редко применялись при строительстве [8]. Так же состояние стоек после срока эксплуатации неопределенно и скорей всего их прочностные характеристики снижены. Проектирование новых ВЛЗ 35 кВ возможно с применением провода сечением до 70 мм<sup>2</sup> и рекомендуется для ненаселенных мест и/или мест с

высокой стоимостью земли (леса I категории и т.п.).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подпоркин Г.В., Тиходеев Н.Н. О сооружении компактной ВЛ 35 кВ с использованием защищенных проводов // Энергетик. 2004. №8. С.19-22.
2. Деев А.В. Новые узлы крепления и изоляции проводов для металлических многогранных и композитных опор компактных ВЛ [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.energobud.com.ua.pdf> (дата обращения: 12.12.2012)
3. СНиП 23-01-99\* Строительная климатология
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 2007
5. Электронный журнал «САПР и графика» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.sapr.ru> (дата обращения: 12.12.2012)
6. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб.пособие для студентов электроэнергет. и электромехан. специальностей вузов / А. А. Виноградов, О. Г. Гриб, О. Н. Довгалюк, С. В. Килин, С. А. Духанин, М. Ю. Михайлова, М. Н. Нестеров, А. М. Нестеров, А. В. Сапрыка, В. А. Сапрыка ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон.текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012.
7. Энергетика и энергоэффективные технологии [Электронный ресурс] :межвуз. сб. ст. : вып. 1. ч. 1 / редкол. М. Н. Нестеров, А. А. Виноградов, М. А. Авербух, И. А. Щербинин, Д. А. Прасол, О. А. Щербинина ; общ.ред. М. Н. Нестерова. - Электрон.текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012.
8. Надежность электроснабжения : метод.указания к выполнению практ. работ для студентов очной и заоч. форм обучения специальности 140211-Электроснабжение и направления бакалавриата 140200 "Электроэнергетика" / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики ; сост.: М. Н. Нестеров, Р. С. Сингатулин, С. В. Килин. - Белгород : Изд-во БГТУ . 2012. - 34 с.