

ОАО РАО "ЕЭС России"  
Открытое акционерное общество по проектированию  
сетевых и энергетических объектов  
ОАО "РОСЭП"

26.1203

РАСЧЕТНЫЕ ПРОЛЕТЫ ДЛЯ ОПОР  
НА БАЗЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОЕК СВ164-20 ДЛЯ ВЛ 10 кВ  
С НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ И ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ ПО ПУЭ 7 ИЗДАНИЯ

Шифр 26.1203

2006

ОАО РАО "ЕЭС России"  
Открытое акционерное общество по проектированию  
сетевых и энергетических объектов  
ОАО "РОСЭП"

РАСЧЕТНЫЕ ПРОЛЕТЫ ДЛЯ ОПОР  
НА БАЗЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОЕК СВ164-20 ДЛЯ ВЛ 10 кВ  
С НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ И ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ ПО ПУЭ 7 ИЗДАНИЯ

Шифр 26.1203

Директор Научно-инженерного Центра

Главный инженер проекта

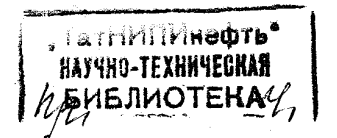


*А. С. Лисковец*  
*В. М. Ударов*

А. С. Лисковец

В. М. Ударов

2006





**Введение.**

1. В ряде проектов опор ВЛ 10 - 35 кВ, разработанных ОАО «РОСЭП», предусмотрено применение железобетонной вибрированной стойки СВ164 - 12 (СВ164 - 1) длиной 16,4 м с расчетным изгибающим моментом 12 тс·м, в том числе, эта стойка использовалась для проектов серии 3.407.1 - 143, выпуски 4, 5, 6; серии 3.407.1 - 163 и проекта шифр Л57-97.

В ПУЭ 7 издания заложена повторяемость климатических нагрузок 1 раз в 25 лет в отличие от ПУЭ 6 издания, которые предусматривали повторяемость климатических нагрузок 1 раз в 5 лет для ВЛ напряжением до 1 кВ и 1 раз в 10 лет для ВЛ 6-330 кВ.

Результаты расчета показали, что стойка СВ164 - 12 является конструкцией, не отвечающей повышенным требованиям ПУЭ 7 издания.

Опоры на базе этой стойки могут применяться со сниженными пролетами только в I - II районах по ветру и гололеду.

В связи с этим ОАО «РОСЭП» разработало новую, более мощную железобетонную стойку СВ164 - 20 длиной 16,4 м с расчетным изгибающим моментом 20 тс·м (200 кН·м).

Стойки СВ164-20 изготавливаются ОАО «Новосибирский завод железобетонных опор и свай» по рабочим чертежам шифр 25.7767 «Железобетонная стойка СВ164-20» и техническим условиям ТУ 5863-055 - 00113557 - 05 «Стойка железобетонная вибрированная марки СВ164-20».

В проекте шифр 26.1203 определены расчетные пролеты для железобетонных опор на базе стойки СВ164-20: для опор ВЛ 10 кВ с подвесными изоляторами (для проекта типовой серии 3.407.1 - 143, выпуск 4), для переходных опор ВЛ 10 кВ с неизолированными проводами (для типовой серии 3.407.1-143, выпуск 5), для двухцепных опор ВЛ 10 кВ (для типовой серии 3.407.1 - 143, выпуск 6) и для двухцепных опор ВЛ 10 кВ с защищенными проводами (для проекта шифр Л57-97).

2. Монтажные стрелы провеса неизолированных проводов см. проект шифр 25.0038, защищенных проводов - проект шифр 24.0066.

**1. Основные положения по определению расчетных пролетов опор ВЛ с учетом требований ПУЭ 7 издания.**

1.1. Приказом Минэнерго России от 20 мая 2003г. № 187 утверждены и введены в действие с 1 октября 2003г. новые Правила устройства электроустановок (ПУЭ 7 издания).

В ПУЭ 7 издания заложена повторяемость климатических нагрузок 1 раз в 25 лет в отличие от ПУЭ 6 издания, которые предусматривали повторяемость климатических нагрузок 1 раз в 5 лет для ВЛ напряжением до 1 кВ и 1 раз в 10 лет для ВЛ 6-330 кВ.

В ПУЭ 7 издания существенно изменились методы механического расчета элементов ВЛ, введены новые коэффициенты, повысились требования к надежности ВЛ.

Все это вызывает необходимость пересчета расчетных пролетов и монтажных стрел провеса проводов для действующих проектов и учета новых методов механического расчета элементов ВЛ при разработке новых проектов опор ВЛ.

1.2. Определение расчетных условий по ветру и гололеду должно производиться на основании соответствующих карт климатического районирования территории РФ с уточнением при необходимости их параметров в сторону увеличения или уменьшения по региональным картам и материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов за скоростью ветра, массой, размерами и видом гололедно-изморозевых отложений. В малоизученных районах для этой цели могут организовываться специальные обследования и наблюдения.

						26.1203			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
						Расчетные пролёты для опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 для ВЛ 10 кВ с неизолированными и защищенными проводами по ПУЭ 7 издания	Стадия	Лист	Листов
ГИП		Ударов		<i>[Подпись]</i>	12.04		Р	1	19
Н. контр.		Амелина		<i>[Подпись]</i>	12.04		ОАО "РОСЭП"		
Пров.		Ударова		<i>[Подпись]</i>	12.04				
Разраб.		Калабашкин Д.		<i>[Подпись]</i>	12.04				

При отсутствии региональных карт значения климатических параметров уточняются путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений согласно методическим указаниям (МУ) по расчету климатических нагрузок на ВЛ и построению региональных карт с повторяемостью 1 раз в 25 лет.

Основой для районирования по ветровому давлению служат значения максимальных скоростей ветра с 10-минутным интервалом осреднения скоростей на высоте 10 м с повторяемостью 1 раз в 25 лет. Районирование по гололеду производится по максимальной толщине стенки отложения гололеда цилиндрической формы при плотности  $0,9\text{г/см}^3$  на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, повторяемостью 1 раз в 25 лет.

1.3. Нормативное ветровое давление  $W_o$ , соответствующее 10-минутному интервалу осреднения скорости ветра ( $v_o$ ), на высоте 10 м над поверхностью земли принимается по таблице 2.5.1 ПУЭ 7 издания.

Таблица 2.5.1 – Нормативное ветровое давление  $W_o$  на высоте 10 м над поверхностью земли

Район по ветру	Нормативное ветровое давление $W_o$ , Па
	(скорость ветра $v_o$ , м/с)
I	400 (25)
II	500 (29)
III	650 (32)
IV	800 (36)
V	1000 (40)
VI	1250 (45)
VII	1500 (49)
Особый	Выше 1500 (выше 49)

1.4. Нормативное ветровое давление при гололеде  $W_r$  с повторяемостью 1 раз в 25 лет определяется по скорости ветра при гололеде  $v_r$ :  $W_r = \frac{v_r^2}{1,6}$

Скорость ветра  $v_r$  принимается по региональному районированию ветровых нагрузок при гололеде или определяется по данным наблюдений согласно методическим указаниям по расчету климатических нагрузок. При отсутствии региональных карт и данных наблюдений  $W_r = 0,25 W_o$ . Для ВЛ до 20 кВ нормативное ветровое давление при гололеде должно приниматься не менее 200 Па.

1.5. Коэффициент по высоте проводов над землей для проводов ВЛ10 кВ принят равным  $K_w = 1,0$  независимо от типа местности.

1.6. Нормативную толщину стенки гололеда  $b_s$  плотностью  $0,9\text{ г/см}^3$  следует принимать по таблице 2.5.3 ПУЭ 7 издания в соответствии с картой районирования территории России по толщине стенки гололеда или по региональным картам районирования.

Таблица 2.5.3 – Нормативная толщина стенки гололеда  $b_s$  для высоты 10 м над поверхностью земли

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда $b_s$ , мм
I	10
II	15
III	20
IV	25
V	30
VI	35
VII	40
Особый	Выше 40

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	----------	------	--------	-------	------

1.7. Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы  $P_w^H$ , Н, действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_l \cdot K_w \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi,$$

где  $\alpha_w$  - коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным:

Ветровое давление, Па	До 200	240	280	300	320	360	400	500	580 и более
Коэффициент $\alpha_w$	1	0,94	0,88	0,85	0,83	0,80	0,76	0,71	0,7

Промежуточные значения  $\alpha_w$  определяются линейной интерполяцией;

$K_l$  - коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м, 1,1 – при 100 м, 1,05- при 150 м, 1,0- при 250 м и более (промежуточные значения  $K_l$  определяются интерполяцией);

$K_w$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по таблице 2.5.2 ПУЭ 7 издания (в данной работе по п.1.5);

$C_x$  - коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным:  
1,1 – для проводов и тросов, свободных от гололеда, диаметром 20 мм и более; 1,2 – для всех проводов и тросов, покрытых гололедом, и для всех проводов и тросов, свободных от гололеда, диаметром менее 20 мм ;

$W$  - нормативное давление, Па, в рассматриваемом режиме:

$W = W_o$  - определяется по таблице 2.5.1 в зависимости от ветрового района;

$W = W_r$  - определяется по п.1.4.

$F$  - площадь продольного диаметрального сечения провода, м<sup>2</sup>

(при гололеде с учетом условной толщины стенки гололеда  $b_y = b_s$ )

$\varphi$  - угол между направлением ветра и осью ВЛ.

1.8. Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос  $P_r^H$  определяется по формуле, Н/м

$$P_r^H = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_s \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_s) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3},$$

где  $K_i, K_d$  - коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода (в данном случае приняты равными 1,0);

$b_s$  - толщина стенки гололеда, мм;

$d$  - диаметр провода, мм;

$\rho$  - плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,8 м/с<sup>2</sup>.

1.9. Расчетная ветровая нагрузка на провода  $P_{вт}$  при механическом расчете проводов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле, Н

$$P_{вт} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где  $P_w^H$  - нормативная ветровая нагрузка;

$\gamma_{nw}$  - коэффициент надежности по ответственности, принимаемый равным: 1,0 – для одноцепных ВЛ;

1,1 – для двухцепных ВЛ

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

3

$\gamma_{pw}$  - региональный коэффициент, принимаемый от 1 до 1,3.

Значение коэффициента принимается на основании опыта эксплуатации и указывается в задании на проектирование ВЛ;

$\gamma_{fw}$  - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

1.10. Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{гп}$  при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле, Н/м

$$P_{гп} = P_{г}^H \cdot \gamma_{нг} \cdot \gamma_{рг} \cdot \gamma_{fr} \cdot \gamma_d,$$

где  $P_{г}^H$  - нормативная линейная гололедная нагрузка;

$\gamma_{нг}$  - коэффициент надежности по ответственности, принимаемый равным: 1,0 - для ВЛ до 220 кВ; 1,3 - для ВЛ 330-750 кВ и ВЛ, сооружаемых на двухцепных и многоцепных опорах независимо от напряжения, а также для отдельных особо ответственных одноцепных ВЛ до 220 кВ при наличии обоснования;

$\gamma_{рг}$  - региональный коэффициент, принимаемый от 1 до 1,5.

Значение коэффициента принимается на основании опыта эксплуатации и указывается в задании на проектирование ВЛ;

$\gamma_{fr}$  - коэффициент надежности по гололедной нагрузке, равный 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 - для районов по гололеду III и выше;

$\gamma_d$  - коэффициент условий работы, равный 0,5.

1.11. Нормативная ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется как сумма средней и пульсационной составляющих.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору

$Q_c^H$  определяется по формуле, Н

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A$$

где  $K_w$  и  $W$  - принимаются по п. 1.7;

$C_x$  - аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам;

$A$  - площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту, м<sup>2</sup>.

1.12. Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки  $Q_n^H$  для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных железобетонных опор ВЛ до 35 кВ:

$$Q_n^H = 0,8 \cdot Q_c^H$$

1.13. Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы), воспринимаемая опорами  $P_{wo}$ , определяется по формуле, Н

$$P_{wo} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где  $P_w^H$  - нормативная ветровая нагрузка по п. 1.7;

$\gamma_{nw}, \gamma_{pw}$  - принимаются согласно п. 1.9;

$\gamma_{fw}$  - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный для проводов (тросов), покрытых гололедом и свободных от гололеда:

1,3 - при расчете по первой группе предельных состояний;

1,1 - при расчете по второй группе предельных состояний.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1.14. Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры  $Q$ , Н, определяется по формуле

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где  $Q_c^H$  - нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 1.11;

$Q_n^H$  - нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 1.12;

$\gamma_{nw}, \gamma_{pw}$  - принимаются согласно п. 1.9;

$\gamma_{fw}$  - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный:

1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

1,1 – при расчете по второй группе предельных состояний.

1.15. Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)

$P_{г.о}$ , Н/м, воспринимаемая опорами, определяется по формуле

$$P_{г.о} = P_r^H \cdot \gamma_{nr} \cdot \gamma_{pr} \cdot \gamma_{fr} \cdot \gamma_d,$$

где  $P_r^H$  - нормативная линейная гололедная нагрузка, принимается по п. 1.8.

$\gamma_{nr} \cdot \gamma_{pr}$  - принимаются согласно п. 1.10;

$\gamma_{fr}$  - коэффициент надежности по гололедной нагрузке при расчете по первой и второй группам предельных состояний, принимается равным 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 для районов по гололеду III и выше;

$\gamma_d$  - коэффициент условий работы, равный:

1,0 – при расчете по первой группе предельных состояний;

0,5 – при расчете по второй группе предельных состояний.

1.16. Расчетная нагрузка на опоры ВЛ от веса проводов, тросов, гирлянд изоляторов, конструкций опор по первой и второй группам предельных состояний

определяется при расчетах как произведение нормативной нагрузки на коэффициент надежности по весовой нагрузке  $\gamma_f$ , принимаемый равным для проводов, тросов и гирлянд изоляторов 1,05, для конструкций опор – с указаниями строительных норм и правил на нагрузки и воздействия.

1.17. Нормативные нагрузки на опоры ВЛ от тяжения проводов и тросов определяются при расчетных ветровых и гололедных нагрузках по п. 1.9 и п. 1.10.

Расчетная горизонтальная нагрузка от тяжения проводов и тросов,  $T_{max}$ , свободных от гололеда или покрытых гололедом, при расчете конструкций опор, фундаментов и оснований определяется как произведение нормативной нагрузки от тяжения проводов и тросов на коэффициент надежности по нагрузке от тяжения  $\gamma_f$ , равный:

1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

1,0 – при расчете по второй группе предельных состояний.

1.18. Расчет ВЛ по нормальному режиму работы необходимо производить для сочетания следующих условий:

1. Высшая температура  $t_+$ , ветер и гололед отсутствуют.
2. Низшая температура  $t_-$ , ветер и гололед отсутствуют.
3. Среднегодовая температура  $t_{cr}$ , ветер и гололед отсутствуют.
4. Провода и тросы покрыты гололедом по п. 1.10, температура при гололеде минус  $5^{\circ}\text{C}$ , ветер отсутствует.
5. Ветер  $W_o$ , температура минус  $5^{\circ}\text{C}$ , гололед отсутствует.
6. Провода и тросы покрыты гололедом, ветер при гололеде  $W_r$ , температура при гололеде минус  $5^{\circ}\text{C}$ .
7. Расчетная нагрузка от тяжения проводов по п. 1.17.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



**2. Расчетные пролеты для опор ВЛ 10 кВ на базе железобетонных стоек СВ164-20 по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 4.**

В данной работе определены расчетные пролеты для железобетонных опор ВЛ 10 кВ, сооружаемых в ненаселенной и населенной местностях, на базе стоек СВ164-20 по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 4, рассчитанные по ПУЭ 7 издания для I-IV районов по ветру и I-IV районов по гололеду (см. таблицу 1).

Расчеты выполнены для промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 (ТУ5863-055-00113557-05).

Расчеты выполнены для подвески сталеалюминиевых проводов марок АС70/11 и АС95/16.

Расчетные пролеты определены как наименьшие величины из рассчитанных по ПУЭ 7 издания габаритных и ветровых пролетов.

Габаритные пролеты для различных сечений проводов определялись с учетом максимального расчетного тяжения проводов, предусмотренного в типовом проекте 3.407.1-143, выпуск 4, т.е. для тяжения проводов при нормативной нагрузке, равной 9,0 кН.

Расчётные пролёты определялись для следующих величин коэффициентов:

$\gamma_{gr} = 1,6, \gamma_{nw} = \gamma_{pr} = \gamma_{pw} = \gamma_{pg} = 1,0, \gamma_{fw} = 1,3$  (для опор) и  $\gamma_{fw} = 1,1$  (для проводов),  $\gamma_d = 1,0$  (для опор) и  $\gamma_d = 0,5$  (для проводов).

В таблице 2 приведены расчетные изгибающие моменты, в таблицах 3 и 4 - несущая способность закрепления опор в грунтах на опрокидывание.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 1 - Расчетные пролеты, м, для одноцепных промежуточных железобетонных опор П16.4-1у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 4 "Опоры на базе железобетонных стоек длиной 16,4 м", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па															
	I - 400				II - 500				III - 650				IV - 800			
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм															
	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25
Расчетные пролеты для ненаселенной местности																
АС 70/11	135	120	100	90	135	120	100	90	135	120	100	90	135	120	100	90
АС 95/16	125	110	95	85	125	110	95	85	125	110	95	85	125	110	95	85
Расчетные пролеты для населенной местности																
АС 70/11	105	95	85	70	105	95	85	70	105	95	85	70	105	95	85	70
АС 95/16	100	90	80	70	100	90	80	70	100	90	80	70	100	90	80	70

Опора П16.4-1у отличается от П16.4-1 применением стойки СВ164-20 вместо СВ164-12.

Опора П16.4-1у должна устанавливаться на глубину 3 м во всех грунтах, для которых действующий расчетный изгибающий момент  $M_p$  (таблица 2) меньше несущей способности грунта  $M_{гр}$  (таблица 3).

Если  $M_p > M_{гр}$ , то следует усилить закрепление опоры установкой ригеля по разделу 5 пояснительной записки проекта серии 3.407.1-143 или уменьшить пролет.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

7

Таблица 2 - Расчетные изгибающие моменты  $M_p$ , кН·м, для одноцепных промежуточных железобетонных опор П16.4-1у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 4 "Опоры на базе железобетонных стоек длиной 16,4 м", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па															
	I - 400				II - 500				III - 650				IV - 800			
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм															
	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25	I-10	II-15	III-20	IV-25
Расчетные моменты для ненаселенной местности																
АС 70/11	91	103	109	117	103	103	109	117	128	124	119	117	152	148	142	139
АС 95/16	92	102	109	117	107	104	109	117	132	128	124	121	158	152	147	144
Расчетные моменты для населенной местности																
АС 70/11	84	91	100	102	98	96	100	102	120	118	116	112	144	141	138	133
АС 95/16	87	92	100	105	101	99	100	105	125	122	119	116	149	145	142	138

Расчетные изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 1.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

8

Таблица 3 - Несущая способность закрепления промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 в грунтах на опрокидывание  $M_{гр.}$ , кН·м, с глубиной заделки 3 м.

Глубина заделки, h		3 м						
Наименование и виды грунтов		Коэффициент пористости грунта «e»						
		0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05
ПЕСКИ	Гравелистые и крупные	249	197	164	--	--	--	--
	Средней крупности	202	176	138	--	--	--	--
	Мелкие	191	160	118	87	--	--	--
	Пылеватые	174	147	109	81	--	--	--
СУПЕСИ	$0 < I_L \leq 0,25$	202	172	145	116	--	--	--
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	170	139	117	94	76	--	--
СУГЛИНКИ	$0 < I_L \leq 0,25$	243	196	165	138	122	101	--
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	220	190	159	135	108	89	--
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	--	--	113	97	80	68	58
ГЛИНЫ	$0 < I_L \leq 0,25$	--	356	289	226	193	158	131
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	--	--	229	196	166	135	107
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	--	--	136	121	102	87	71

Таблица 4 - Несущая способность закрепления промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 в грунтах на опрокидывание  $M_{гр.}$ , кН·м, с глубиной заделки 3,5 м.

Глубина заделки, h		3.5 м						
Наименование и виды грунтов		Коэффициент пористости грунта «e»						
		0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05
ПЕСКИ	Гравелистые и крупные	397	312	259	--	--	--	--
	Средней крупности	321	277	216	--	--	--	--
	Мелкие	300	251	182	133	--	--	--
	Пылеватые	271	228	167	122	--	--	--
СУПЕСИ	$0 < I_L \leq 0,25$	308	262	219	174	--	--	--
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	259	210	177	141	113	--	--
СУГЛИНКИ	$0 < I_L \leq 0,25$	362	291	245	204	179	149	--
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	326	281	235	199	158	130	--
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	--	--	166	142	116	99	84
ГЛИНЫ	$0 < I_L \leq 0,25$	--	522	421	328	279	226	186
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	--	--	332	282	238	192	150
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	--	--	196	173	144	123	98

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

10

**3. Расчетные пролеты для опор ВЛ 10 кВ на базе железобетонных стоек СВ164-20 для пересечений с инженерными сооружениями по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 5.**

В данной работе определены расчетные пролеты для железобетонных опор ВЛ 10 кВ, сооружаемых в ненаселенной и населенной местностях, на базе стоек СВ164-20 по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 5, рассчитанные по ПУЭ 7 издания для I-IV районов по ветру и I-V районов по гололеду (см. таблицу 5).

Расчеты выполнены для переходных промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 (ТУ5863-055-00113557-05).

Расчеты выполнены для подвески сталеалюминиевых проводов марок АС50/8,0, АС70/11 и АС95/16.

Расчетные пролеты определены как наименьшие величины из рассчитанных по ПУЭ 7 издания габаритных и ветровых пролетов.

Габаритные пролеты для различных сечений проводов определялись с учетом максимального расчетного тяжения проводов, предусмотренного в типовом проекте 3.407.1-143, выпуск 5, т.е. для тяжения проводов при нормативной нагрузке, равной 6,5 кН для провода АС50/8,0, а также 7,0 и 9,0 кН для проводов АС70/11 и АС95/16.

Расчетные пролеты определялись для следующих величин коэффициентов:

$\gamma_{fr} = 1,6, \gamma_{nw} = \gamma_{nr} = \gamma_{pw} = \gamma_{pr} = 1,0, \gamma_{fw} = 1,3$  (для опор) и  $\gamma_{fw} = 1,1$  (для проводов),  $\gamma_d = 1,0$  (для опор) и  $\gamma_d = 0,5$  (для проводов).

В таблице 6 приведены расчетные изгибающие моменты, в таблицах 3 и 4 - несущая способность закрепления опор в грунтах на опрокидывание.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 5 - Расчетные пролеты, м, для переходных промежуточных железобетонных опор ПП10-5у и ПП10-6у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 5 "Железобетонные опоры для пересечений с инженерными сооружениями", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчетные пролеты опор ПП10-5у																				
АС 50/8	95	85	70	60	55	95	85	70	60	55	95	85	70	60	55	95	85	70	60	55
АС 70/11	90	80	70	60	55	90	80	70	60	55	90	80	70	60	55	90	80	70	60	55
АС 95/16	85	75	65	55	50	85	75	65	55	50	85	75	65	55	50	85	75	65	55	50
Расчетные пролеты опор ПП10-6у																				
АС 50/8	95	75	60	45	40	95	75	60	45	40	95	75	60	45	40	95	75	60	45	40
АС 70/11	90	70	60	50	40	90	70	60	50	40	90	70	60	50	40	90	70	60	50	40
АС 95/16	85	65	55	50	35	85	65	55	50	35	85	65	55	50	35	85	65	55	50	35

Опора ПП10-5у отличается от ПП10-5 применением стойки СВ164-20 вместо СВ164-12.

Опора ПП10-6у отличается от ПП10-6 применением стойки СВ164-20 вместо СВ164-12.

Опоры ПП10-5у и ПП10-6у должны устанавливаться на глубину 3 м во всех грунтах, для которых действующий расчетный изгибающий момент  $M_p$  (таблица 6) меньше несущей способности грунта  $M_{гр}$  (таблица 3).

Если  $M_p > M_{гр}$ , то следует установить на опоре ригель по указанию выпуска 4 серии 3.407.1-143 или уменьшить пролет.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 6 - Расчетные изгибающие моменты  $M_p$ , кН·м, для одноцепных переходных промежуточных железобетонных опор ПП10-5у и ПП10-6у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 5 "Железобетонные опоры для пересечений с инженерными сооружениями", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчетные изгибающие моменты для опор ПП10-5у																				
АС 50/8	85	95	101	106	113	100	98	101	106	113	124	121	117	115	113	148	145	140	137	135
АС 70/11	88	96	104	108	115	103	101	104	108	115	128	125	122	119	117	153	149	145	141	139
АС 95/16	91	96	103	106	112	107	104	103	106	112	132	129	125	121	119	158	154	149	144	142
Расчетные изгибающие моменты для опор ПП10-6у																				
АС 50/8	89	93	96	93	96	105	101	98	94	96	129	124	120	116	114	154	148	143	138	136
АС 70/11	92	92	98	100	98	108	103	100	100	98	133	127	124	121	117	159	152	148	144	139
АС 95/16	95	92	97	103	94	111	106	103	103	96	138	130	127	125	118	165	156	151	148	140

Расчетные изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 5.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

13



**4. Расчетные пролеты для двухцепных опор ВЛ 10 кВ на базе железобетонных стоек СВ164-20 по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 6.**

В данной работе определены расчетные пролеты для двухцепных железобетонных опор ВЛ 10 кВ, сооружаемых в ненаселенной и населенной местностях, на базе стоек СВ164-20 по типовому проекту 3.407.1-143, выпуск 6, рассчитанные по ПУЭ 7 издания для I - IV районов по ветру и I - V районов по гололеду (см. таблицу 7).

Расчеты выполнены для промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 (ТУ5863-055-00113557-05).

Расчеты выполнены для подвески сталеалюминиевых проводов марок АС50/8,0, АС70/11 и АС95/16.

Расчетные пролеты определены как наименьшие величины из рассчитанных по ПУЭ 7 издания габаритных и ветровых пролетов.

Габаритные пролеты для различных сечений проводов определялись с учетом максимального расчетного тяжения проводов, предусмотренного в типовом проекте 3.407.1-143, выпуск 6, т.е. для тяжения проводов при нормативной нагрузке, равной 5,0 кН.

Расчетные пролеты определялись для следующих величин коэффициентов:

$\gamma_{fr}=1,6$ ,  $\gamma_{nw}=1,1$ ,  $\gamma_{nr}=1,3$ ,  $\gamma_{pw}=\gamma_{pr}=1,0$ ,  $\gamma_{fw}=1,3$  (для опор) и  $\gamma_{fw}=1,1$  (для проводов),  $\gamma_d=1,0$  (для опор) и  $\gamma_d=0,5$  (для проводов).

В таблице 8 приведены расчетные изгибающие моменты, в таблицах 3 и 4 - несущая способность закрепления опор в грунтах на опрокидывание.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 7 - Расчетные пролеты, м, для промежуточных железобетонных опор 2П10-1у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 6 "Двухцепные железобетонные опоры", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчетные пролеты для ненаселенной местности																				
АС 50/8	80	65	45	40	40	80	65	45	40	40	80	65	45	40	40	80	65	45	40	40
АС 70/11	75	60	45	35	30	75	60	45	35	30	75	60	45	35	30	75	60	45	35	30
АС 95/16	70	55	45	35	30	70	55	45	35	30	70	55	45	35	30	70	55	45	35	30
Расчетные пролеты для населенной местности																				
АС 50/8	75	55	45	35	30	75	55	45	35	30	75	55	45	35	30	75	55	45	35	30
АС 70/11	70	50	40	35	25	70	50	40	35	25	70	50	40	35	25	70	50	40	35	25
АС 95/16	65	50	40	30	25	65	50	40	30	25	65	50	40	30	25	65	50	40	30	25

Опора 2П10-1у отличается от 2П10-1 применением стойки СВ164-20 вместо СВ164-12.

Опора 2П10-1у должна устанавливаться на глубину 3 м во всех грунтах, для которых действующий расчетный изгибающий момент  $M_p$  (таблица 8) меньше несущей способности грунта  $M_{гр}$  (таблица 3).

Если  $M_p > M_{гр}$ , то следует усилить закрепление опоры установкой ригеля по разделу 5 пояснительной записки проекта серии 3.407.1-143, выпуск 6 или уменьшить пролет.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

15

Таблица 8 - Расчетные изгибающие моменты  $M_p$ , кН·м, для промежуточных железобетонных опор 2П10-1у на стойке СВ164-20 для ВЛ 10 кВ по серии 3.407.1-143, выпуск 6 "Двухцепные железобетонные опоры", рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Марка провода	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчетные моменты для ненаселенной местности																				
АС 50/8	112	123	117	125	141	118	123	117	125	141	146	139	129	126	141	175	167	154	151	151
АС 70/11	113	121	120	118	120	122	121	120	118	120	152	144	134	128	124	182	172	160	152	148
АС 95/16	114	120	124	121	124	128	120	124	121	124	158	148	141	133	129	190	177	168	158	153
Расчетные моменты для населенной местности																				
АС 50/8	114	118	123	121	124	123	118	123	121	124	153	143	137	131	128	183	171	164	156	153
АС 70/11	115	116	118	124	114	128	118	118	124	114	158	146	139	135	128	190	175	166	162	163
АС 95/16	116	121	122	117	117	133	124	122	117	117	165	153	145	137	133	197	183	173	163	158

Расчетные изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 7.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

16

**5. Расчетные пролеты для двухцепных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 для ВЛ 10 кВ с защищенными проводами по проекту шифр Л57-97.**

В данной работе определены расчетные пролеты для двухцепных железобетонных опор ВЛ 10 кВ с защищенными проводами, сооружаемых в ненаселенной и населенной местностях, на базе стоек СВ164-20 по проекту шифр Л57-97, рассчитанные по ПУЭ 7 издания для I-IV районов по ветру и I-V районов по гололеду (см. таблицу 9).

Расчеты выполнены для промежуточных опор на базе железобетонных стоек СВ164-20 (ТУ5863-055-00113557-05).

Расчеты выполнены для подвески защищенных проводов СИП-3 сечением 50, 70, 95, 120 мм<sup>2</sup>.

Расчетные пролеты определены как наименьшие величины из рассчитанных по ПУЭ 7 издания габаритных и ветровых пролетов.

Габаритные пролеты для различных сечений проводов определялись с учетом максимального расчетного тяжения проводов, предусмотренного в проекте шифр Л57-97, т.е. для тяжения проводов при нормативной нагрузке, равной 5,0 кН.

Расчетные пролеты определялись для следующих величин коэффициентов:

$\gamma_{fr}=1,6$ ,  $\gamma_{nw}=1,1$ ,  $\gamma_{nr}=1,3$ ,  $\gamma_{pw} = \gamma_{pr}=1,0$ ,  $\gamma_{fw}=1,3$  (для опор) и  $\gamma_{fw}=1,1$  (для проводов),  $\gamma_d=1,0$  (для опор) и  $\gamma_d = 0,5$  (для проводов).

В таблице 10 приведены расчетные изгибающие моменты, в таблицах 3 и 4 несущая способность закрепления опор в грунтах на опрокидывание.

						26.1203	Лист
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		17

Таблица 9 - Расчетные пролеты  $l_1$ , м, для двухцепных промежуточных железобетонных опор ПДтБ10-4у на стойке СВ164-20 с защищенными проводами ВЛ 10 кВ по проекту шифр Л57-97, рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Сечение защищенного провода СИП-3, мм <sup>2</sup>	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчётные пролеты для ненаселенной местности																				
50	115	95	80	70	60	115	95	80	70	60	115	95	80	70	60	103	95	80	70	60
70	110	90	80	65	60	110	90	80	65	60	110	90	80	65	60	87	87	80	65	60
95	105	90	75	65	58	105	90	75	65	58	105	90	75	65	58	76	76	75	65	58
120	100	85	75	65	55	100	85	75	65	55	100	85	75	65	55	69	69	69	65	55
Расчётные пролеты для населенной местности																				
50	100	85	70	60	55	100	85	70	60	55	100	85	70	60	55	100	85	70	60	55
70	95	80	70	60	50	95	80	70	60	50	95	80	70	60	50	87	80	70	60	50
95	90	75	65	55	50	90	75	65	55	50	90	75	65	55	50	76	75	65	55	50
120	85	75	65	55	50	85	75	65	55	50	85	75	65	55	50	69	69	65	55	50

Опора ПДтБ10-4у отличается от ПДтБ10-4 применением стойки СВ164-20 вместо СВ164-12.

Опора ПДтБ10-4у должна устанавливаться на глубину 3,5 м во всех грунтах, для которых действующий расчётный изгибающий момент  $M_p$  (таблица 10) меньше несущей способности грунта  $M_{гр}$  (таблица 4).

Если  $M_p > M_{гр}$ , то следует усилить закрепление опоры установкой ригеля по разделу 5 пояснительной записки проекта шифр Л57-97 или уменьшить пролёт.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

18

Таблица 10 - Расчетные изгибающие моменты  $M_p$ , кН·м, для двухцепных промежуточных железобетонных опор ПДтБ10-4у на стойке СВ164-20 с защищенными проводами ВЛ 10 кВ по проекту шифр Л57-97, рассчитанные по ПУЭ 7 издания по картам климатических нагрузок с повторяемостью 1 раз в 25 лет (для ненаселенной и населенной местности)

Сечение защищенного провода СИП-3, мм <sup>2</sup>	Район по ветру, нормативное ветровое давление $W_0$ , Па																			
	I - 400					II - 500					III - 650					IV - 800				
	Район по гололеду, нормативная толщина стенки гололеда $b_0$ , мм																			
	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30	I-10	II-15	III-20	IV-25	V-30
Расчётные изгибающие моменты для ненаселенной местности																				
50	146	163	176	189	196	146	163	176	189	196	174	163	176	189	196	200	195	184	189	196
70	148	163	181	185	200	148	163	181	185	200	182	168	181	185	200	200	200	194	185	200
95	150	168	179	190	200	151	168	179	190	200	188	177	179	190	200	200	200	199	190	200
120	150	167	183	194	197	154	167	183	194	197	193	181	183	194	197	200	200	200	196	197
Расчётные изгибающие моменты для населенной местности																				
50	134	152	161	170	185	134	152	161	170	185	165	156	161	170	185	198	187	176	170	185
70	135	151	166	175	177	138	151	166	175	177	171	161	166	175	177	200	194	185	176	177
95	136	150	163	169	181	142	150	163	169	181	177	166	163	169	181	200	199	189	169	181
120	136	154	166	173	184	145	154	166	173	184	181	172	166	173	184	200	200	196	185	184

Расчётные изгибающие моменты даны для расчётных пролётов, указанных в таблице 9.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.1203

Лист

19