

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ АО «ХАКЕЛЬ» ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР ВЛ

АО «ХАКЕЛЬ»

Носков С.В., начальник сектора молниезащиты

Заземляющие устройства (ЗУ) опор воздушных линий (ВЛ) электропередач выполняют важнейшие функции, такие как обеспечение электробезопасности и грозоупорности ВЛ, поэтому к ним предъявляется ряд требований.

К основным можно отнести требования к материалам, сечениям и покрытиям заземлителей.

Эти требования прописаны в целом ряде нормативных документов (НД), но, к сожалению, в этом вопросе мы наблюдаем коллизии в требованиях различных документов. Выборка требований различных НД к заземлителям представлена в *таблице 1*.

Таблица 1. Требования к ЗУ по материалам, покрытиям, сечениям

Материал	Профиль	Диаметр/сечение		
		ПУЭ	ГОСТ Р 58882-2020	ГОСТ Р 50571.5.54-2013
Чёрная сталь	Круглый - для вертикальных - для горизонтальных	16 мм 10 мм	16 (-) мм 10 (10*) мм	10* мм 10* мм
	Прямоугольный	100 мм ²	100 (-) мм ²	75* мм ²
Оцинкованная сталь	Круглый - для вертикальных - для горизонтальных	12 мм 10 мм	12 (16) мм 10 мм	16 мм 10 мм
	Прямоугольный	75 мм ²	75 (90) мм ²	90 мм ²
Омеднённая сталь	Круглый - для вертикальных - для горизонтальных	- -	- (14) мм -	14 мм [8] мм
	Прямоугольный	-	-	90 мм ²
Нержавеющая сталь	Круглый - для вертикальных - для горизонтальных	- -	- (15) мм -	16 мм 10 мм
	Прямоугольный	-	- (100) мм ²	90 мм ²

*- применяется только в замоноличенном виде в фундамент;
() – для молниезащитного заземления;
[] – для защитного заземления.

В своих технических решениях специалисты АО «Хакель» ориентируются на ГОСТ Р 50571.5.54-2013, поскольку там прописаны рекомендации к большому количеству материалов для заземлителей с повышенной коррозионной стойкостью, различного профиля, и применяются единые требования к материалам заземлителей для ЗУ различного функционального назначения.

Поэтому, заземлители, выпускаемые компанией «Хакель» соответствуют требованиям, предъявляемым в ГОСТ Р 50571.5.54-2013.

Другим важным эксплуатационным свойством ЗУ является сопротивление растеканию тока. Требования к сопротивлению растеканию тока ЗУ опор ВЛ и рекомендуемым конструкциям ЗУ по ТП 3602 приведены в *таблице 2*.

Таблица 2. Требования к сопротивлению растеканию тока ЗУ опор ВЛ

Удельное сопротивление грунта ρ , Ом*м	Наибольшее сопротивление ЗУ R, Ом	ЗУ по ТП 3602 для промежуточной опоры ВЛ 35 кВ
До 100	10	Вертикальные 2x5 м
Более 100 до 500	15	Вертикальные 4x15 м
Более 500 до 1000	20	Вертикальные 4x5 м + горизонтальный 80 м
Более 1000 до 5000	30	Вертикальные 4x20 м + горизонтальный 160 м*
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho$	-

*- для грунта с $\rho=3000$ Ом*м

Как показывает практика и проведённые численные расчёты, соблюдение рекомендованных норм по сопротивлению растеканию возможно только без учёта климатических факторов, т.е. в «тепличных» условиях.

Например, в грунте с удельным сопротивлением 3000 Ом*м, ЗУ выполненное по рекомендованной в ТП 3602 схеме состоящей из 4-х 20-метровых вертикальных заземлителей и 160 метрового горизонтального заземлителя в 1 климатическом районе обеспечит сопротивление растеканию $R \approx 60$ Ом вместо $R=30$ Ом.

Аналогичная ситуация складывается и для прочих грунтов.

Другими словами, основная масса опор ВЛ по сопротивлению растеканию тока будет соответствовать норме лишь в короткие промежутки времени, в межсезонье, когда земля ещё не промёрзла либо ещё не высохла.

В остальную, большую часть времени, ЗУ не будет соответствовать нормам по сопротивлению,

что ставит под угрозу соблюдение требований по электробезопасности и поддержанию надлежащего уровня грозоупорности ВЛ.

Кроме того, как недостаток существующих типовых решений, можно отметить необходимость проведения при монтаже ЗУ буровых работ для установки вертикальных заземлителей до 20-ти метров глубиной.

Для заземления опор ВЛ компания «Хакель» предлагает две линейки заземлителей (*Рисунок 1*): глубинные модульные для грунтов с невысоким удельным электрическим сопротивлением и электролитические для грунтов с высоким электрическим сопротивлением (вечномерзлый, каменистый, песчаный и пр.).

Все заземлители выполнены из металлов, отвечающих требованиям ГОСТ по механической, коррозионной и электрохимической стойкости (*таблицы 3, 4*).

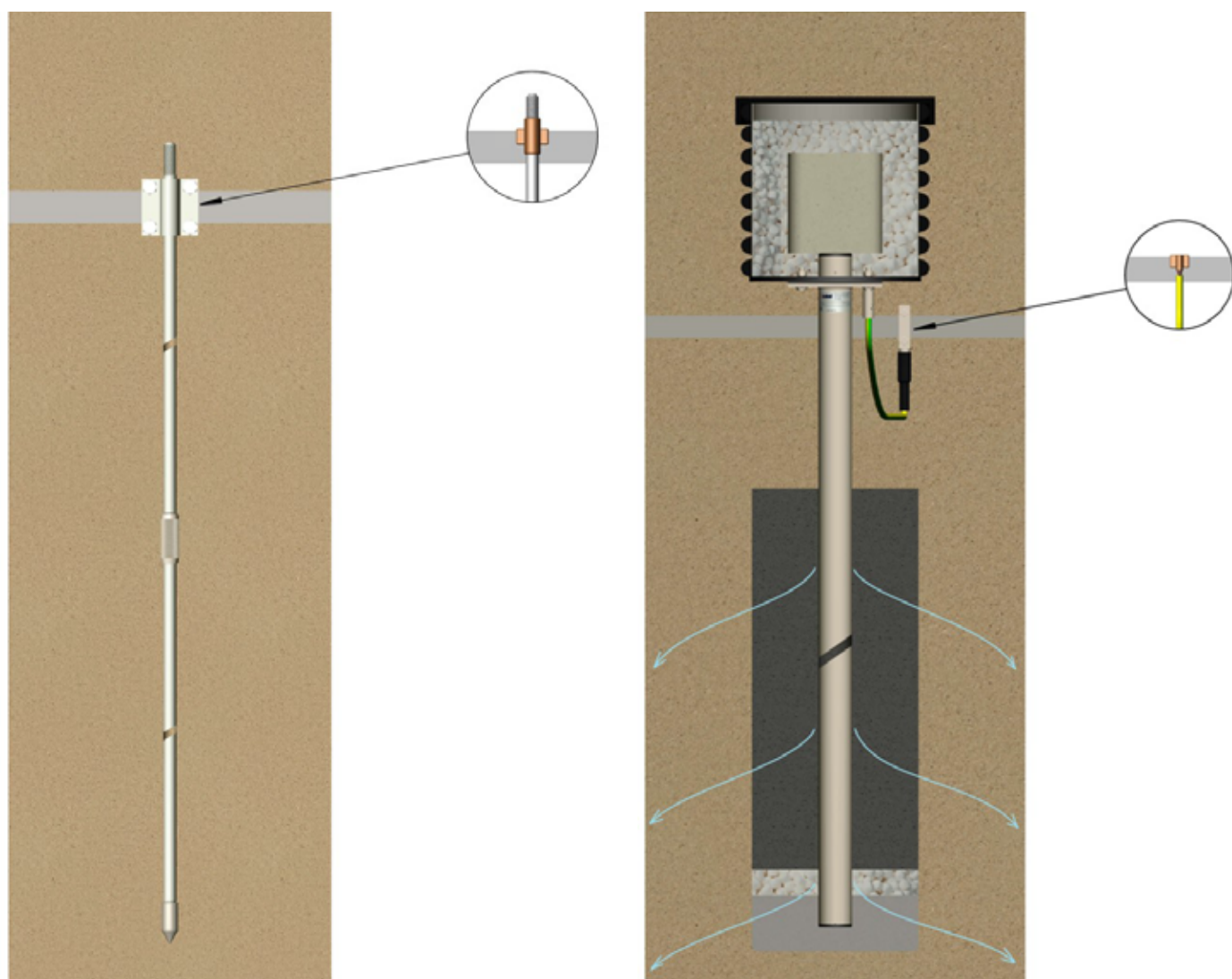


Рисунок 1. Модульные (А) и электролитические (Б) заземлители

Таблица 3. Характеристики модульных заземлителей

Тип стержня	Материал	Длина, мм	Диаметр, мм	Примечание
	Сталь горячеоцинкованная	1500	16	Толщина покрытия 90 мкм
	Сталь омеднённая	1500	16	Толщина покрытия 250 мкм
	Сталь нержавеющая	1500	16	Сталь марки 08X18H10

В качестве примера, на рисунке 2 представлен вариант выполнения ЗУ опоры ВЛ в грунте с удельным сопротивлением $= 300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ на основе модульных заземлителей.

Согласно расчётам, для достижения нормируемой величины сопротивления растеканию тока $R \leq 15 \text{ Ом}$ в указанном грунте потребуется 4 6-метровых модульных заземлителя. При этом сопротивление ЗУ составит $R = 12,4 \text{ Ом}$.

По ТП 3602 потребуется 4 10-метровых заземлителя, что потребует проведения буровых работ.

В качестве заземляющего проводника от опоры до заземлителей применяется горячеоцинкованная стальная полоса сечением 4x40 мм.

При этом, соединение полосы с опорой и заземлителем может быть выполнено либо с помощью болтовых зажимов, либо термитной сваркой в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.54-2013.

В высокоомных грунтах предлагается применять электролитические заземлители необслуживаемого типа (таблица 4).

Рисунок 2. ЗУ опоры ВЛ на модульных заземлителях

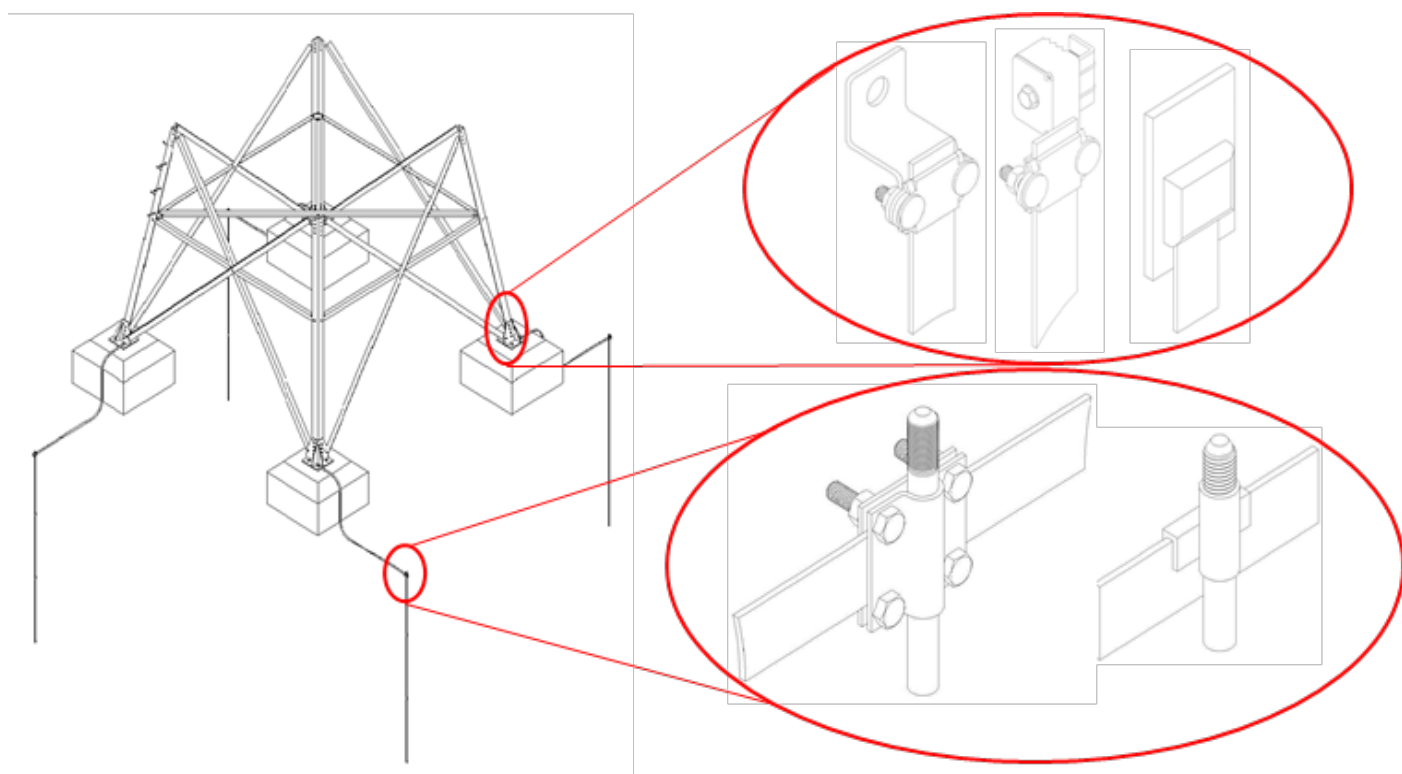


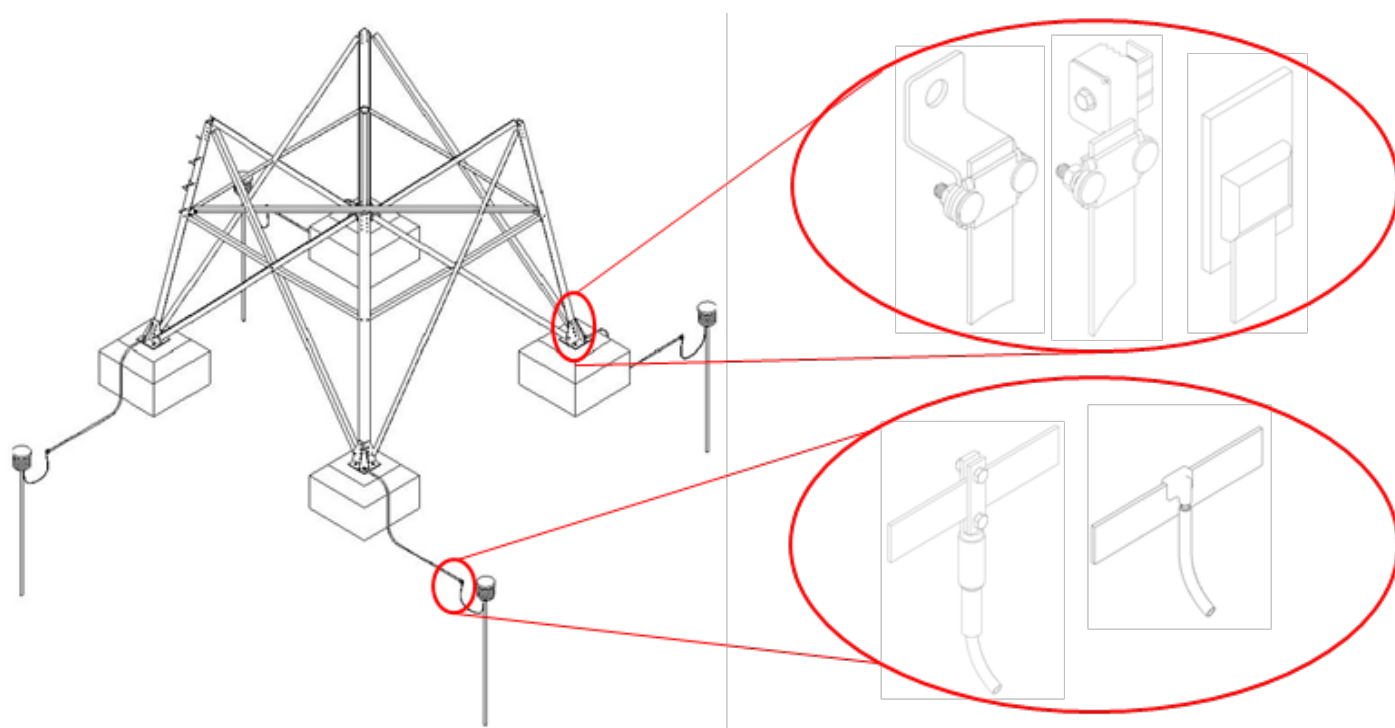
Таблица 4. Характеристики электролитических заземлителей

Тип заземлителя	Материал	Длина, мм	Диаметр, мм	Примечание
	Сталь нержавеющая	3000 (6000)	60	Сталь марки 08X18H10
	Сталь нержавеющая	3000+600 (6000+600)	60	Сталь марки 08X18H10

Пример выполнения ЗУ опоры ВЛ в грунте с удельным сопротивлением = 2500 Ом·м на представлен *на рисунке 3*.

Согласно расчётам, для достижения нормируемой величины сопротивления растеканию тока $R \leq 30$ Ом в указанном грунте потребуется 4 3-метровых электролитических заземлителя. При этом сопротивление ЗУ составит $R = 27,2$ Ом.

Рисунок 3. ЗУ опоры ВЛ на электролитических заземлителях



По ТП 3602 требуется 4 20-метровых заземлителя с прокладкой 120 метров горизонтального заземлителя.

Выводы.

1. Нормы по сопротивлению растеканию тока ЗУ достигается минимальным количеством вертикальных электродов производства АО «Хакель».
2. Обеспечивается стабильно низкое сопротивление ЗУ вне зависимости от сезонных колебаний температуры и влажности.
3. У предлагаемых заземлителей повышенный срок службы ввиду использования коррозионно-стойких материалов (30 лет).
4. Уменьшение площади монтажа ЗУ за счёт использования минимального количества вертикальных и горизонтальных заземлителей.
5. Удобная и безопасная технология монтажа. ■

АО «Хакель»
Ленинградская обл., Ломоносовский м.р-н,
Виллозское г.п.
+7 (812) 207-47-05
8 (800) 333-28-29
info@hakil.ru
www.hakil.ru