

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЛС В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Набоко Александр Игоревич

студент, Омский государственный технический университет, РФ, г. Омск

OPERATION OF FOCLES IN ETERNAL FROZEN CONDITIONS

Alexander Naboko

Student, Omsk State Technical University, The Russian Federation, Omsk

Аннотация. В статье описаны особенности проектирования, установки и эксплуатации инфокоммуникационных систем в условиях Крайнего Севера РФ. Описаны условия и негативные факторы Крайнего Севера. Приведены способы устранения негативных факторов, влияющих на работу ВОЛС.

Abstract. The article describes the features of the design, installation and operation of infocommunication systems in the Far North of the Russian Federation. The conditions and negative factors of the Far North are described. Methods for eliminating negative factors affecting the operation of fiber-optic communication lines are presented.

Ключевые слова: Крайний Север, вечная мерзлота, термостабилизаторы почвы, ВОЛС, инфокоммуникационные системы связи.

Keywords: Far North, permafrost, soil thermal stabilizers, fiber-optic communication lines, infocommunication communication systems.

Ни одна отрасль экономики не может обойтись без надежной и качественной связи. Топливно-энергетическая промышленность не является исключением из правил – наоборот, без надлежащего уровня качества связи невозможно обеспечить надлежащий уровень работы и безопасности нефте- и газодобывающих предприятий, а также газо- и нефтепроводов. В крайне суровых условиях Крайнего Севера одним из основных видов связи являются волоконно-оптических линии (ВОЛС), так как они менее зависимы от климатических условий.

Крайний Север – это часть территории РФ, главным образом, расположенная северней от Полярного круга. Территория крайнего севера это арктическая зона, тайга, тундра и лесотундра. Для прокладки ВОЛС в условиях крайнего севера необходимо применение особых способов и технологий. Особенностью данных территорий является вечная мерзлота – глубинное промерзание грунтов и почв.

В условиях крайнего севера нет возможности осуществить подземное строительство теплотрассы, газопровода и прочих систем коммуникации. Обусловлена данная проблема вечной мерзлотой.

Самым простым и распространенным способом прокладки волоконно-оптического кабеля является установка его в грунт. Однако, из-за экстремально низких температур, а также большого объема скопившейся влаги, превышающей испарение, использование данного способа нецелесообразно. Оптимальным решением является установка оптоволоконного кабеля над поверхностью земли. Процесс трудоемкий и затратный, существенно замедляющий развития регионов Крайнего Севера.

Низкие температуры одна из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться при прокладке ВОЛС. Действительно, зимы в районах Крайнего Севера по продолжительности в среднем составляют 284 дня в году. Самыми холодными месяцами являются январь и февраль. Зачастую температура в эти месяцы опускается ниже -45°C . Лето же длится всего 40 дней, самый теплый месяц – июль. Стоит отметить, что и в столь не продолжительное лето температура не редко пересекает отметку в 30°C . Также заметим, что для района характерны сильные перепады ветра и температуры, что и является причиной обледенения кабеля.

При организации прокладки ВОЛС стоит отметить еще один факт – наличие полярной ночи. Полярной ночью принято называть временной интервал, когда Солнце не появляется из-за линии горизонта более 24 часов. В рассматриваемых нами районах Крайнего Севера полярная ночь длится от 14 до 45 дней. В данный период времени проводить работы по установке ВОЛС не рекомендуется.

При прокладке ВОЛС используют материалы с особыми характеристиками, которые способны выдерживать температурный режим районов Крайнего Севера и Заполярья. Даже прочный, металл, если он не обладает необходимыми параметрами, станет хрупким и, не выдержав нагрузки, раскрошится. Поэтому нужно применять только такие материалы, которые гарантировано выдерживают низкие температуры, характерные для данной местности.

Для обеспечения устойчивости трубопроводных систем и наземных сооружений наиболее часто используют методы свайного строительства. Сваи «намертво» фиксируются в вечномерзлый слой.

Для проектирования фундаментов опор и зданий, основанных на помещенных в вечную мерзлоту свайных конструкций, их устойчивость к деформационным нагрузкам определяется из условий, которые согласуются с формулой (1)

$$\gamma_s Q + \gamma_1(N + q) > \gamma_2 t_{cm} F, \quad (1)$$

где:

γ_s – коэффициент однородности и условий работы;

Q – нормативная сила, удерживающая фундамент от выпучивания вследствие смерзания его боковой поверхности с многолетнемерзлым грунтом, кг;

γ_1 – коэффициент перегрузки постоянной нагрузки, равный 0,9;

N – нормативная нагрузка от массы сооружения, кг;

q – нормативная нагрузка от массы сооружения и грунта на его уступах, кг;

γ_2 – коэффициент перегрузки сил пучения, равный 1,1;

t_{cm} – касательные напряжения пучения – нормативная величина сил смерзания грунта с боковой поверхностью фундамента или свай, $\text{кг}/\text{см}^2$;

F – площадь смерзания грунта со свайей или фундаментом, см^2 .

Расчетная схема устойчивости фундамента представлена на рисунке 1.

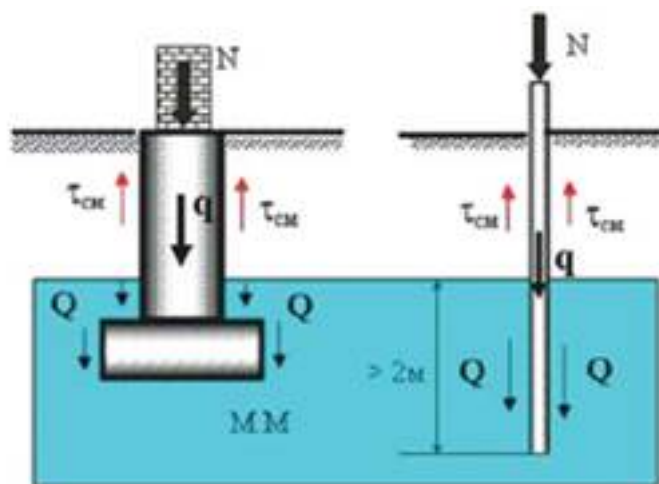


Рисунок 1. Расчетная схема устойчивости отдельно стоящих и свайных фундаментов в вечномёрзлом слое грунта

В правой части приведенного выше неравенства представлены силы, которые вызывают деформацию конструкции в связи с пучением грунта.

В качестве традиционного метода свайного строительства опор и фундамента в зонах вечной мерзлоты предполагает использования железобетонных свай. Для установки свай на месте их расположения, а так же дальнейшего применения производятся работы по бурению скважин на расчетную глубину погружения в вечную мерзлоту, используя темповые, механические и комбинированные способы бурения. В условиях Крайнего Севера применяют 3 основных вида свай: буроопускные, опускные, бурозабивные. Буроопускные сваи применяются в твердомерзлых грунтах и в пластично-мерзлых, их погружают в заполненные грунтовым раствором скважины, при этом диаметра 5 см больше максимального сечения свай. Опускные сваи применяют в твердомерзлых грунтах, скважина, пробуриваемая паровой иглой, нарушает значительный объем мерзлого грунта, что и приводит к замедлению последующего смерзания свай с вечномерзлым монолитом. Бурозабивные сваи применяют преимущественно в пластично-мерзлых грунтах. Забивают их механическим способом в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых на 1-2 см меньше наименьшего сечения свай.

Помимо установки свай для улучшения стабильности грунта используют термостабилизаторы грунта (ТСГ). Главной их функцией является охлаждение грунтов основаниям и создание мерзлого экрана. Сам стабилизатор представляют собой жидкостное или парожидкостное устройство, которое устанавливается в специальные скважины, пробуренные возле опорного фундамента. Принцип действия термостабилизатора можно описать следующим образом: как только температура верхнего, находящегося на воздухе, конуса (конденсатора) становится выше температуры хладоносителя, то циркуляция прекращается и процесс оттаивания приостанавливается, однако частичное инерционное оттаивание верхнего слоя грунта все же происходит.

Рассмотрим подробный принцип работы ТСГ. Хладагент в ТСГ при низких температурах воздуха конденсируется в ребристом радиаторе-конденсаторе, который расположен в верхней части ТСГ, далее естественным путем стекает в нижнюю, испарительную часть ТСГ, где отбирает теплоту грунта, охлаждая его ниже температуры замерзания, и одновременно испаряясь, попадает в верхнюю часть термостабилизатора грунта. Стандартный ТСГ устанавливается в скважине и действует как теплообменник. Теплоприток от грунта через металлическую стенку корпуса ТСГ поступает к хладагенту, а после выносятся им в конвективном потоке через конденсатор в атмосферу.

При выборе кабеля в первую очередь мы должны проверить

С учетом всех особенностей условий Крайнего Севера и в частности вечной мерзлоты прокладку кабеля необходимо производить путём подвеса оптического кабеля на опоры. Что бы решить данную задачу необходимо выбрать подвесной кабель типа ДПОд, который имеет очень низкую рабочую температуру и температуру монтажа. В подавляющем большинстве случаев используется кабель ДПОд-П-4кН.

Рассмотрим внешний вид кабеля ДПОд (Рисунок 2).

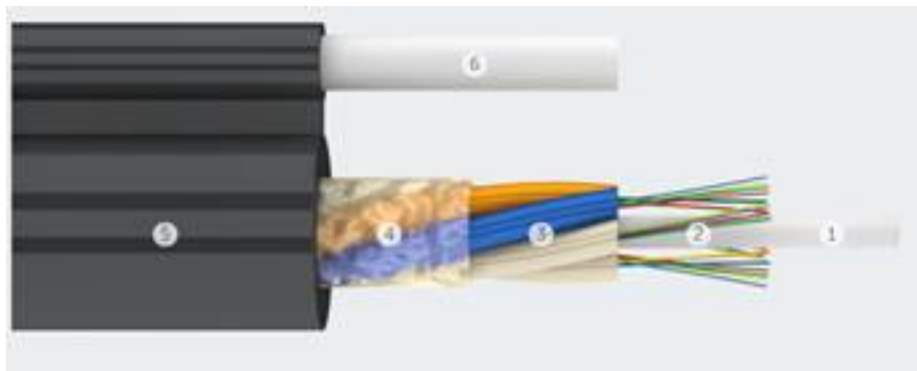


Рисунок 2 . Внешний вид кабеля ДПОд-П-4кН.

В кабеле имеется сердечник модульной конструкции с центральным силовым элементом, состоящего из диэлектрического стержня, вокруг которого скручены оптические модули со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптических модулях и в сердечнике кабеля заполнено гидрофобным гелем. В качестве подвесного элемента используется диэлектрический стержень. На сердечник и подвесной элемент накладывается оболочка из полиэтилена средней плотности.

Так же стоит отметить что оборудование должно обязательно находиться в помещении, оборудованным кондиционером, так как летом температура поднимается достаточно высоко +35, зимой же наоборот температура достигает значение -45 ртутного столба.

Подведем итог. Главными особенностями Крайнего севера являются: вечная мерзлота, полярная ночь, резкие перепады температур. Для прокладки ВОЛС используют специальный кабель, отвечающий условиям эксплуатации, сама же волоконно-оптическая линия связи не зарывается в грунт, а устанавливается на свайные конструкции, снабженные термостабилизаторами почвы, настоятельно рекомендуется помещать оборудование, необходимое для функционирования ВОЛС (мультиплексор и пр.) в помещение, оборудованное кондиционером.

Список литературы:

1 ПОТ Р 0-45-005-95 Правила по охране труда при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания (радиофикации)

2 Портнов Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. – М.: Изд. «Горячая линия - Телеком», 2009. – 544 с.

3 Дмитриев С.А., Слепов Н.Н. Волоконно-оптическая техника. Современное состояние и перспективы / 2-е изд. – М.: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005. – 576 с.

4 Алексеев С.И. Основания и фундаменты. Ч. 12// BuildCalc – расчеты в строительстве.

5 Волковский Н., Пронин А. Война в Арктике//Военно-промышленный курьер. 2013. № 4.