

**УДК 621.316**

Р.Ф. ГАРИФУЛЛИН, студент гр. ЭПб-132 (КузГТУ)  
Научный руководитель: И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ВРЕМЕННАЯ БЫСТРОВОЗВОДИМАЯ И ДЕМОНТИРУЕМАЯ ОПОРА ВЛ 35-110 кВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Главной задачей любой электросетевой компании является качественное и надежное бесперебойное электроснабжение своих потребителей. Но, к сожалению, это удается не всегда и перерывы в электроснабжении все же случаются. Происходит это по различным причинам, одной из которых является разрушение опор воздушных линий электропередач. Аварийное отключение электроэнергии по причине разрушения опор – нередкое явление, и связано с такими факторами как: воздействие атмосферных явлений; падение деревьев на линию; дефекты конструкции, монтажа, проектирования; воздействия сторонних лиц и организаций. Чтобы заменить пришедшую в негодность опору воздушной линии электропередач и восстановить электроснабжение, необходимо выполнить сложную работу с применением специальной техники (как для доставки изделия, так и для проведения работ с ним на месте): доставить на место новую опору, демонтировать разрушенную, выполнить демонтаж и установку нового фундамента (если разрушен фундамент), собрать новую опору с подъемом на фундамент, произвести монтаж изоляторов и проводов. Все эти аварийно-восстановительные работы требуют больших трудозатрат (как правило, численность бригады составляет не менее 10 человек) и занимают существенное количество времени. При этом существующие типы и технологии монтажа опор имеют ограничения на проведение работ в неблагоприятных условиях и труднодоступных местах.

Решение проблемы снижения трудозатрат и времени на проведение аварийно-восстановительных работ по замене опор ВЛ 35-110 кВ было найдено – это применение временных быстровозводимых опор. Техническим руководством ОАО «МРСК Сибири» Митькиным Евгением Владимировичем была поставлена задача по разработке мобильной опоры многократного использования, доставляемой и монтируемой в максимально короткие сроки без применения грузоподъемных машин.

ОАО «МРСК Сибири» совместно с филиалом ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» – СибНИИЭ выполнили работу по разработке конструкции временной быстровозводимой и демонтируемой опоры ВЛ 35-110 кВ. Использование временных быстровозводимых и демонтируемых опор позволяет решить следующие задачи: сократить время аварийно-восстановительных

работ, снизить недоотпуск электроэнергии, малыми трудозатратами восстановить надежное и безопасное электроснабжение потребителей, позволить создавать временные ВЛ для подключения мобильных ПС, осуществить временное технологическое присоединение потребителей. Ресурс временной опоры позволяет использовать ее в качестве основной на протяжении всего срока службы опоры. После ремонта и установки основной опоры, быстровозводимая опора демонтируется и возвращается на место хранения в аварийный резерв.

Идея применения быстровозводимых опор при аварийно-восстановительных работах не является новой. По результатам патентных исследований выявлено около 42 патентов, относящихся к конструкциям быстровозводимых опор ВЛ. Однако практически все они требуют привлечения специальной техники и имеют ограничения в монтаже в неблагоприятных условиях. При разработке рассматриваемой конструкции быстровозводимой опоры эти недостатки были устранены.

В 2011 г. в ОАО «МРСК Сибири» в рамках формирования программы НИОКР был поднят вопрос о возможности и необходимости применения на предприятиях компании временных быстровозводимых и демонтируемых опор с целью максимально снизить время восстановления электроснабжения при авариях на линейных объектах, особенно в труднодоступной местности.

В 2011-2012 гг. Филиал ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» - СибНИИЭ по заказу ОАО «МРСК Сибири» выполнил научно-исследовательскую работу по разработке временной быстровозводимой и демонтируемой опоры ВЛ 35-110 кВ для проведения аварийно-восстановительных работ.

Опора разработана в соответствии с требованиями заказчика и имеет следующие характеристики (рис. 1):

- вес конструктивных элементов опоры не превышает 100кг, отдельных элементов - 120 кг;
- длина конструктивных элементов опоры не превышает 3 м;
- сборку и монтаж/демонтаж опоры могут выполнить три - четыре электромонтера (время монтажа 1 опоры 4 часа);
- доставка, сборка и монтаж опоры производятся без применения спецтехники, спецмеханизмов и без применения крана;
- траверсы опоры должны быть выполнены из полимерных изоляторов;
- быстровозводимая опора обеспечивает возможность монтажа на холмистой (в горной) местности с наклоном до 15°, в условиях паводка, в местах разлива рек (в воде и мокром грунте, в болотистой местности), в условиях низких температур до минус 60 °С;
- опоры должны обеспечивать надежность при ветровых нагрузках 20-30 м/с;
- фундаменты опоры поверхностные;

- конструкция является ремонтпригодной и имеет возможность замены запасных частей без применения промышленных технологий;
- технология монтажа опоры обеспечивает требования безопасности;
- разработаны варианты опоры без грозотроса и с грозотросом (с указанием условий эксплуатации по ветру и гололеду);
- антикоррозионная защита элементов опоры;
- данная конструкция запатентована (Патент на полезную модель № 120683 «Быстромонтируемая опора линий электропередачи». Правообладатель: ОАО «МРСК Сибири»).

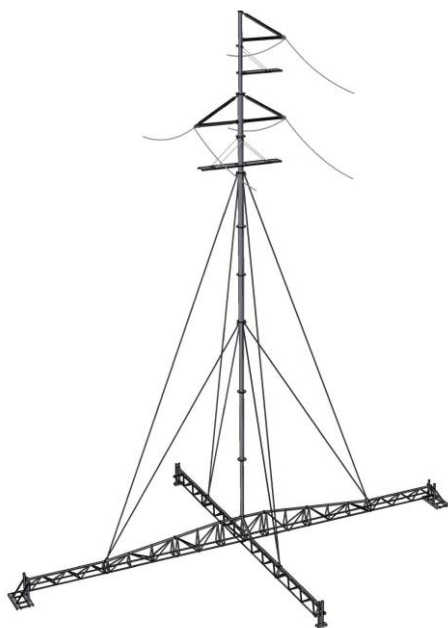


Рис. 1. Схема быстровозводимой и демонтируемой опоры ПБМ110-1

Трудозатраты и время монтажа при возведении быстровозводимой опоры, отвечающей вышеприведенным требованиям, минимальны. Бригада из 3-4 человек соберет конструкцию максимум за 4 часа без использования спецтехники. Принцип сборки как у конструктора, что особенно удобно при транспортировке и работах в отдаленных и труднодоступных местностях со сложными геоморфологическими условиями: склоны, косогоры. В готовом виде высота опоры составляет около 22 метров, а вес около трех тонн. Предназначение временной быстровозводимой и демонтируемой опоры ПБМ110-1 – быстрое восстановление электроснабжения потребителей на время, пока на ее место не будет установлена основная опора

Ствол опоры ПБМ110-1 состоит из секций, соединяемых между собой при помощи фланцев (такой вид соединения наиболее технологичный и надежный, хорошо приспособленный для многократной сборки-разборки). Ствол при помощи пространственного шарнира опирается на

стальной ростверк. Ростверк состоит из главной и второстепенной пространственных ферм. Для удобства перевозки и монтажа фермы ростверка делятся на секции. Элементы ростверка и ствол опоры выполнены из труб, т. к. они имеют целый ряд существенных преимуществ по сравнению со всеми другими типами сечений.

Ствол опоры удерживается в проектном положении оттяжками. Наличие оттяжек позволяет, во-первых, существенно снизить массу опор, во-вторых, при соответствующей конструкции опорного узла обеспечить проектное положение опоры даже на косогорах. При этом для крепления оттяжек не требуются фундаменты (используются конструктивные особенности опор). Таким образом, опора может быть установлена в холмистой (горной) местности, при этом ростверк будет повторять рельеф местности (расположен по уклону), а ствол опоры устанавливается вертикально путем регулировки длин оттяжек сцепной арматурой (регулируемыми звеньями). На нижних гранях балок ростверка предусматриваются упоры, вдавливаемые в грунт и предотвращающие перемещение опоры по уклону.

При эксплуатации опоры в IV-м ветровом районе по концам главной фермы ростверка устанавливается балласт, предназначенный для обеспечения устойчивости положения опоры от опрокидывания. Балласт выполняется в виде стальных грузов. Для возможности погрузки/выгрузки и переноски вручную, масса отдельных элементов балласта принимается менее 100 кг, при этом все элементы оснащаются съемными захватами. Элементы балласта устанавливаются на опоре в специальные фиксирующие ячейки, для обеспечения их совместной работы.

Траверсы полимерные на основе опорных изоляторов, что позволяет уменьшить количество монтажных элементов в опоре и изоляционные расстояния между проводом и стволом. Расположение проводов треугольное.

Основные параметры, область применения:

- район по ветру: IV (36 м/с);
- район по гололеду: III (20 мм);
- провод: АС 300/39;
- высота опоры: 22м;
- высота подвески нижнего провода: 17,7м;
- габариты ростверка в плане: 18х12,5м;
- габаритный, ветровой и весовой пролеты: 330м;
- масса опоры: 2,75т;
- масса балласта (только для IV ветрового района): 1,25т.

На рис. 2 показана эффективная область применения опоры ПБМ110-1. Опора может эксплуатироваться в любых условиях из области применения, но наибольшая эффективность достигается в указанных границах. Защита конструкций опоры от коррозии выполняется комплексным покрытием типа Цинол/Алпол.

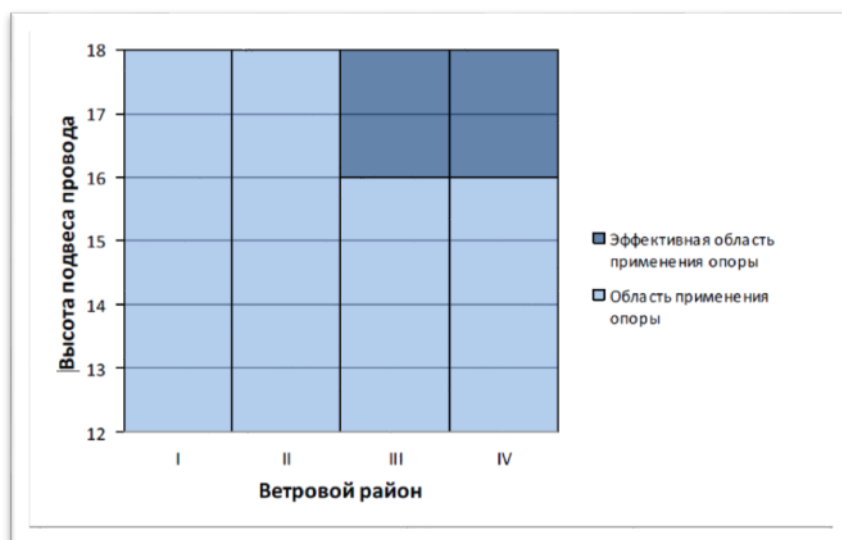


Рис. 2. Область применения опоры ПБМ110-1

На первый взгляд, масса опоры может показаться значительной (если учесть еще и массу балласта). На увеличение массы опоры влияют несколько факторов:

- 1) значительные ветровые нагрузки – район по ветру IV со скоростью ветра 36 м/с;
- 2) марка провода – АС 300/39;
- 3) опора выполнена на поверхностных фундаментах и при действующих ветровых нагрузках для обеспечения устойчивости опоры необходимо развить базу, что повлечет увеличение металлоемкости, и/или необходимость вводить балласт;
- 4) высота опоры назначена исходя из условия замены одной стационарной типовой опоры 110 кВ на одну ОАР. Для обеспечения габарита от проводов до земли, высота подвески провода на ОАР должна быть равна высоте подвески на стационарной опоре.

Исходные предпосылки или условия применения опоры выводят ее из области сравнения с известными нам аналогами. Другими словами, для корректного экономического сравнения с аналогами такие аналоги должны обеспечивать выполнение тех же условий по нагрузкам, марке провода, высоте подвески провода, отсутствия заглубляемых фундаментов. Сравниваемые опоры должны находиться в одинаковых условиях, но это не наблюдается.

#### Расположение опоры на ВЛ

Расположение опоры аварийного резерва на ВЛ может быть выполнено как минимум по двум вариантам (рис. 3, 4):

- 1) замена 1 стационарной опоры на 1 ОАР;
- 2) замена 1 стационарной опоры на 2 ОАР.

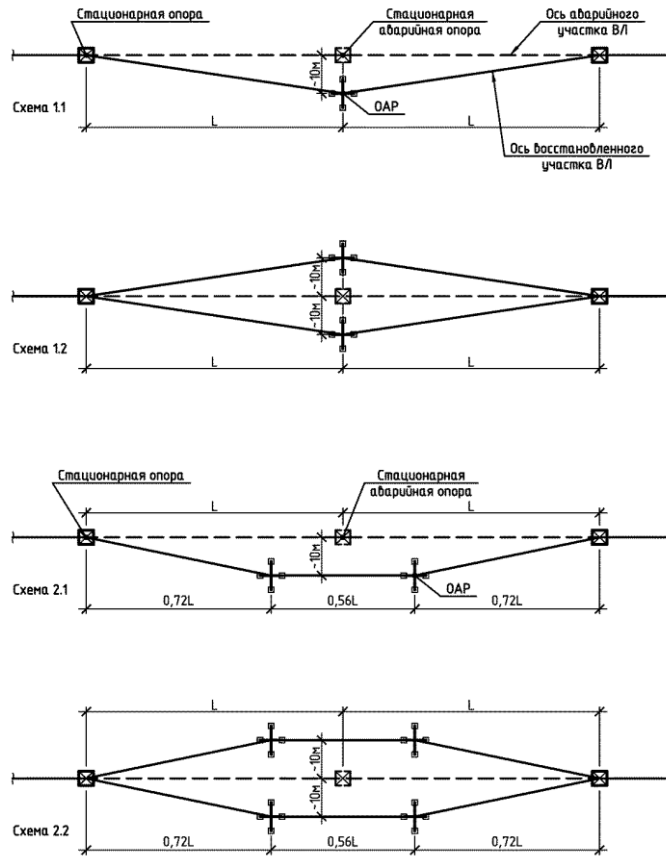


Рис. 3. Расположение ОАР в плане

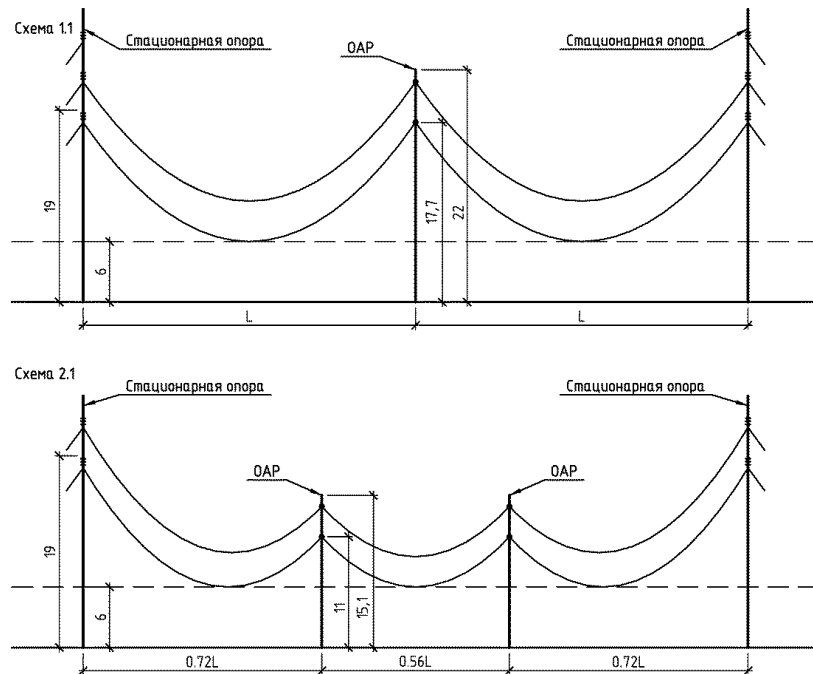


Рис. 4. Расположение ОАР на профиле



4) подъем ствола опоры лебедкой г/п 2 т (рис. 7);

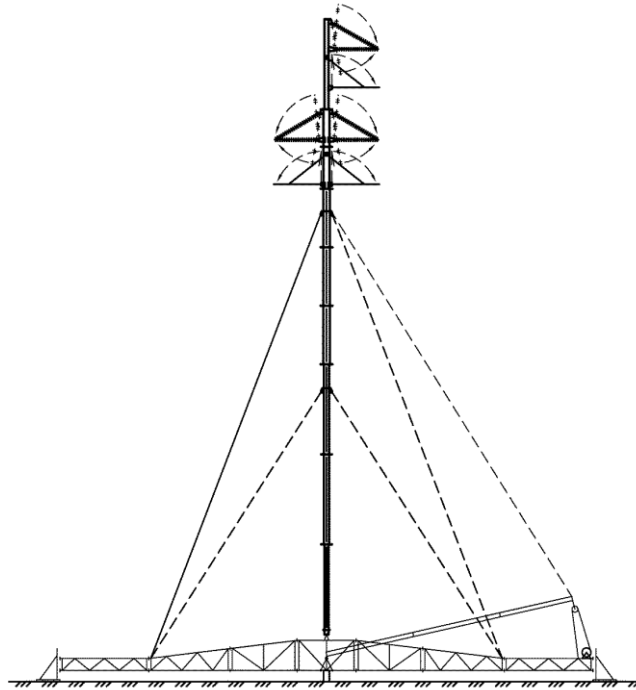


Рис. 7. Схема подъема ствола опоры

5) выполняется выверка стойки опоры в вертикальном положении и закрепление оттяжек

6) монтаж проводов лебедкой через обводные блоки, расположенные по концам траверс.

Для удобства выполнения операций по монтажу провода, под траверсами устанавливаются монтажные площадки.

Демонтаж опоры производится в обратной последовательности, либо может быть выполнен краном, во время монтажа стационарной опоры.

Разработанная быстровозводимая опора является универсальной конструкцией: может применяться в различных климатических, географических, геоморфологических условиях; для сборки и монтажа опоры не требует применения спецтехники. Конструкция опоры защищена патентом Российской Федерации, все права на разработанную конструкцию принадлежат ОАО «МРСК Сибири». Данная разработка внесет большой вклад в инновационное развитие энергетики региона и страны в целом.

#### Список литературы:

1. Репин, А.И., Бирюлев В.В., Волков В.В. О концепции проектирования металлических опор высоковольтных линий электропередачи ава-



рийного резерва / А.И. Репин, В.В. Бирюлев, В.В. Волков // Известия вузов. Строительство. – 1995. – № 11. – С. 13-16.

2. Репин, А.И. Принципы формообразования стальных опор ВЛ аварийного резерва / А.И. Репин, В.В. Волков // Тезисы докладов VI Украинской научно-технической конференции «Металлические конструкции», г. Николаев, 1-4 октября 1996 г. – Киев - Николаев, 1996. – С. 44-46.

3. Репин, А.И. Особенности расчета и конструирования стальных опор аварийного резерва высоковольтных линий электропередачи / А.И. Репин, В.В. Бирюлев, В.В. Волков // Известия вузов. Строительство. – 1997. – № 4. – С. 19-23.