

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **026225**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.03.31

(51) Int. Cl. **G01M 7/02 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201400929

(22) Дата подачи заявки
2014.08.28

(54) **СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ОПОР ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

(43) **2016.02.29**

(96) **2014000100 (RU) 2014.08.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЦЕНТР
КОМПЛЕКСНО-СЕЙСМИЧЕСКИХ
ИСПЫТАНИЙ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Пучков Сергей Александрович,
Баринов Кирилл Владимирович (RU)**

(74) Представитель:
Чикин И.А. (RU)

(56) SU-A1-169271

Ying-Hui Lei et al. Seismic Analysis of Transmission Towers Considering Both Geometric and Material Nonlinearities. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Vol. 8, November. 1, pp. 29-42 (2005)

Li Tian et al. Seismic Response of Power Transmission Tower-Line System Subjected to Spatially Varying Ground Motions. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2010, Article ID 587317, 20 pages, doi:10.1155/2010/587317

GOPIRAM Addala et al. Dynamic analysis of transmission towers under strong ground motion. *Proceedings, 3rd International Earthquake Symposium, Bangladesh, Dhaka, March. 5-6, 2010*
RU-A1-95109960

(57) Изобретение относится к области строительства линий электропередач. Технический результат: обеспечение сейсмических испытаний опор линий электропередач с моделированием условий реального землетрясения и реальных условий закрепления в грунте и нагружения опоры линии электропередач. Способ включает установку по меньшей мере одной опоры линии электропередач в грунтовой лоток сейсмоплатформы, заполненный грунтом или имитирующей грунт смесью с плотностью, соответствующей плотности грунта, для установки в который предназначена испытываемая опора линии электропередач, закрепление на одной или нескольких траверсах опоры линии электропередач грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля между опорами линий электропередач, для сооружения которой предназначена испытываемая опора линии электропередач, приведение грунтового лотка в колебательное движение с одним или несколькими выполняемыми последовательно режимами с соблюдением следующих условий: частота не более 300 Гц, продолжительность не менее 1 с, ускорение в вертикальном и в горизонтальном направлениях не менее 0,2 g, скорость не менее 0,1 м/с и смещение не менее 0,01 м, извлечение испытываемой опоры линии электропередач из грунтового лотка после его остановки и проверка сохранения целостности составляющих ее элементов и/или их соединений.

026225 B1

026225 B1

Область применения

Изобретение относится к области строительства линий электропередач, а конкретно к способу проведения сейсмических испытаний опор линий электропередач, который позволяет проверить сейсмостойкость опор различных конструкций для линий электропередач напряжением 0,4-35 кВ, сооружаемых в районах с сейсмичностью до 9 баллов. Могут проводиться испытания опор линий электропередач, сооружаемых на базе железобетонных, металлических, деревянных, композитных и комбинированных стоек.

Уровень техники

Известен способ испытания стоек опор линий электропередач, предусматривающий закрепление в стаканообразном коробе концом для установки в грунте стойки опоры линии электропередач. Стойка фиксируется в стаканообразном коробе с использованием домкратов, установленных между стенками стаканообразного короба и поверхностями стойки. Конец стойки опирается на грунтовую засыпку. Непосредственно испытания проводятся за счет перемещения стаканообразного короба на тележке в одном горизонтальном направлении (SU 169271 A1, МПК G01M 19/00, 1965).

Колебательные движения стаканообразного короба в известном решении не предусмотрены, как и движение в вертикальном направлении, что говорит о невозможности смоделировать нагрузки на опору линии электропередач, возникающие при землетрясении. Также в известном решении не обеспечивается возможность моделирования реальной установки стойки в грунт с моделированием грунта или почвы в конкретном районе строительства линии электропередач, для которой предусмотрена испытываемая опора.

Сущность изобретения

Технический результат настоящего изобретения заключается в обеспечении сейсмических испытаний опор линий электропередач с моделированием условий реального землетрясения и реальных условий закрепления в грунте и нагружения опоры линии электропередач.

Достижение этого технического результата реализуется способом проведения сейсмических испытаний опор линий электропередач, который предусматривает

установку по меньшей мере одной опоры линии электропередач в грунтовой лоток сейсмоплатформы, заполненный грунтом или имитирующей грунт смесью с плотностью, соответствующей плотности грунта, для установки в который предназначена испытываемая опора линии электропередач;

закрепление на одной или нескольких траверсах опоры линии электропередач грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля между опорами линий электропередач, для сооружения которой предназначена испытываемая опора линии электропередач;

приведение грунтового лотка в колебательное движение с одним или несколькими выполняемыми последовательно режимами с соблюдением следующих условий: частота не более 300 Гц, продолжительность не менее 1 с, ускорение в вертикальном и в горизонтальном направлениях не менее 0,2 g, скорость не менее 0,1 м/с и смещением не менее 0,01 м;

извлечение испытываемой опоры линии электропередач из грунтового лотка после его остановки и проверка сохранения целостности составляющих ее элементов и/или их соединений.

Колебательное движение грунтового лотка может осуществляться со следующими режимами: продолжительность 1 с, в вертикальном направлении ускорение с величиной 30 g, скорость 3 м/с и смещение до 0,5 м, в горизонтальном направлении ускорение величиной 40 g, скорость 3 м/с и смещение до 0,5 м.

Колебательное движение грунтового лотка может осуществляться со следующими режимами: продолжительность 5 с, в вертикальном и горизонтальном направлениях ускорение 10 g, скорость 2 м/с и смещение до 0,5 м.

Колебательное движение грунтового лотка может осуществляться со следующими режимами: продолжительность 30 с, в вертикальном и горизонтальном направлениях ускорение 2 g, скорость 1 м/с и смещение до 1,0 м.

В наилучшем варианте осуществления закрепляют количество грузов, соответствующее количеству проводов и/или волоконно-оптическим кабелям, для закрепления которых предназначена испытываемая опора линии электропередач.

На закрепленных на траверсе подвесных изоляторах могут быть закреплены прутки с возможностью имитации закрепленных на траверсах проводов. При этом грузы закрепляют на прутках.

Грузы могут быть закреплены на установленных на траверсе изоляторах опоры линии электропередач.

Грузы могут быть закреплены жестко на несущей конструкции траверсы.

Наряду с установкой грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля, на опорах может быть закреплено подвесное оборудование или соответствующий ему по весу груз.

Установку опоры линии электропередач в грунтовой лоток предпочтительно осуществлять на расстоянии от его внутренних стенок и дна, составляющем не менее 0,2 м.

Осуществление изобретения

Для проведения сейсмических испытаний опор линий электропередач в соответствии с изобретением используется сейсмоплатформа, схемы которой показаны на фиг. 1 (вид сбоку) и на фиг. 2 (вид сверху), где цифровыми позициями обозначены следующие элементы сейсмоплатформы:

- опорная конструкция сейсмоплатформы - 1;
- сейсмоплатформа - 2;
- пневматические элементы подушечного типа - 3;
- грунтовой лоток - 4;
- вибромашина - 5;
- конструктивная перегородка - 6;
- основание - 7;
- цементная подготовка - 8.

Может использоваться сейсмоплатформа иной конструкции при условии обеспечения возможности практической реализации условий проведения испытания и режимов, предусмотренных настоящим изобретением.

Способ проведения сейсмических испытаний опор линий электропередач включает

установку по меньшей мере одной опоры 9 линии электропередач в грунтовой лоток 4 сейсмоплатформы 1, заполненный грунтом или имитирующей грунт смесью с плотностью, соответствующей плотности грунта, для установки в который предназначена испытываемая опора 9 линии электропередач;

закрепление на одной или нескольких траверсах (на схемах не показаны) опоры 9 линии электропередач, грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля между опорами линий электропередач, для сооружения которой предназначена испытываемая опора 9 линии электропередач;

приведение грунтового лотка 4 в колебательное движение с одним или несколькими выполняемыми последовательно режимами с соблюдением следующих условий: частота не более 300 Гц, продолжительность не менее 1 с, ускорение в вертикальном и в горизонтальном направлениях не менее 0,2 g, скорость не менее 0,1 м/с и смещением не менее 0,01 м (g - величина ускорения свободного падения);

извлечение испытываемой опоры 9 линии электропередач из грунтового лотка 4 после его остановки и проверка сохранения целостности составляющих ее элементов и/или их соединений.

В таблице приведены основные режимы испытаний, соответствующие нескольким основным амплитудно-временным характеристикам, моделирующим возможные сейсмические нагрузки на опоры линии электропередач при землетрясении.

Тип режима нагрузки	Ускорения (g) по осям		Скорости (м/с) по осям		Смещения (м) по осям		Длительность нагрузки, с
	OZ	OX (OY)	OZ	OX (OY)	OZ	OX (OY)	
	Ударно- сейсмический	+30/10	40	+3/-1	3	+0,5/0,2	
Жестко- сейсмический	10	10	2	2	0,5	0,5	до 5,0
Мягко- сейсмический	2	2	1	1	0,7	1,0	до 30,0

В таблице обозначены: OZ - вертикальная ось, OX (OY) - горизонтальная ось.

Приведенные в таблице режимы могут при проведении испытаний реализовываться, как отмечено выше, по отдельности или последовательно. Амплитудные характеристики колебаний принимаются не менее

при сейсмичности 6 и менее баллов амплитуды ускорений - $\pm 50 \text{ см/с}^2$, скорости - $\pm 4 \text{ см/с}$, перемещения - $\pm 2,0 \text{ см}$;

при сейсмичности 7 баллов амплитуды ускорений - $\pm 100 \text{ см/с}^2$, скорости - $\pm 8 \text{ см/с}$, перемещения - $\pm 4,0 \text{ см}$;

при сейсмичности 8 баллов амплитуды ускорений - $\pm 200 \text{ см/с}^2$, скорости - $\pm 16 \text{ м/с}$, перемещения - $\pm 8,0 \text{ см}$;

при сейсмичности 9 баллов амплитуды ускорений - $\pm 400 \text{ см/с}^2$, скорости - $\pm 32 \text{ см/с}$, перемещения - $\pm 16,0 \text{ см}$.

Значение амплитуд ускорений, скоростей и перемещений в вертикальном направлении устанавливаются, как правило, равными 0,7 значений для горизонтальных направлений.

Сейсмоплатформа 2 обеспечивает двух- и/или трехкомпонентное движение и предусматривает измерительно-вычислительный комплекс, предусматривающий средства измерения в контрольных точках на сейсмоплатформе 2 для измерений ускорений и перемещений в направлениях испытательных движений;

на боковых стенках грунтовой камеры 4 для измерения ускорений в горизонтальных направлениях;

на дне грунтовой камеры 4 под испытываемой опорой 9 для измерений ускорения в вертикальном на-

правлении.

Установка датчиков измерительно-вычислительного комплекса производится с обеспечением контакта с объектом испытаний. Контролируется верность воспроизведения требуемых режимов испытания. Допускаются отклонения по амплитуде перемещения $\pm 15\%$, по амплитуде ускорения $\pm 15\%$, по частоте вибрации $\pm 0,5$ Гц на частотах до 35 Гц, по длительности воздействия $\pm 10\%$.

Установку опоры 9 линии электропередач в грунтовой лоток 4 осуществляют на расстоянии от его внутренних стенок и дна, составляющем не менее 0,2 м, обычно 0,2-0,3 м. Опора 9 устанавливается в грунт в штатном положении, предусмотренном для конкретной конструкции испытываемой опоры 9.

В грунтовой камере 4 формируют грунтовую среду с требуемыми характеристиками. Характеристики грунтовой среды при испытаниях должны отвечать характеристикам грунта или почвы региона строительства объекта, для которого предполагается применение данной партии опор. В процессе загрузки грунт послойно (высота слоя не более 30 см) уплотняется до заданных значений. Контроль за характеристиками грунта производят на каждом этапе засыпки. Испытуемую опору 9 устанавливают заданным способом (погружение, вдавливание и т.п.), обеспечивая воспроизведение штатного раскрепления испытуемого образца. Не допускается проведение сейсмических испытаний опоры 9 в условиях полной или частичной жесткой заделки.

Испытания опоры 9 линии электропередачи проводят в их штатной комплектности. На опоре 9 линии электропередач закрепляют количество грузов, соответствующее количеству проводов и/или волоконно-оптическим кабелям, для закрепления которых предназначена испытываемая опора линии электропередач. Возможен вариант иного числа грузов, иного моделирования нагружения опоры 9 линии электропередач. Грузы закрепляют на установленных на траверсе изоляторах опоры 9 линии электропередач, либо грузы закрепляют жестко на несущей конструкции траверсы. В случае когда опора 9 линии электропередач предусматривает подвесные изоляторы, то на подвесных изоляторах закрепляют прутки с возможностью имитации закрепленных на траверсах проводов, а грузы закрепляют на прутках. Наряду с установкой грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля, на опоре 9 может быть закреплено подвесное оборудование, предусмотренное для установки на испытываемой опоре 9 линии электропередач, или соответствующий по весу подвесного оборудования груз.

При осуществлении контроля состояния испытываемой опоры с целью выявления ее повреждений выявляют места повреждений и разрушений. Таковые регистрируются с помощью фотосъемки. Опора 9 линии электропередач считается не прошедшей сейсмические испытания, если

- нарушена целостность конструкции опоры и/или любого из ее элементов;
- обнаружены деформации и/или повреждения опоры и/или любых ее элементов;
- верхушка опоры отклонена от вертикальной оси более чем на следующую величину для стальных опор - на 1/200 высоты опоры,
- для железобетонных опор - на 1/150 высоты,
- для деревянных опор - на 1/100 высоты.

Реализация изобретения в иных, не оговоренных выше аспектах осуществляется с использованием известных средств и методов. Приведенный пример осуществления изобретения не является исчерпывающим. Возможны иные соответствующие объему патентных притязаний варианты реализации изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ проведения сейсмических испытаний опор линий электропередач, включающий установку по меньшей мере одной опоры линии электропередач в грунтовой лоток сейсмоплатформы, заполненный грунтом или имитирующей грунт смесью с плотностью, соответствующей плотности грунта, для установки в который предназначена испытываемая опора линии электропередач,

закрепление на одной или нескольких траверсах опоры линии электропередач грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля между опорами линий электропередач, для сооружения которой предназначена испытываемая опора линии электропередач,

приведение грунтового лотка в колебательное движение с одним или несколькими выполняемыми последовательно режимами с соблюдением следующих условий: частота не более 300 Гц, продолжительность не менее 1 с, ускорение в вертикальном и в горизонтальном направлениях не менее 0,2 g, скорость не менее 0,1 м/с и смещением не менее 0,01 м,

извлечение испытываемой опоры линии электропередач из грунтового лотка после его остановки и проверка сохранения целостности составляющих ее элементов и/или их соединений.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что колебательное движение грунтового лотка осуществляют со следующими режимами: продолжительность 1 с, в вертикальном направлении ускорение с величиной 30 g, скорость 3 м/с и смещение до 0,5 м, в горизонтальном направлении ускорение величиной 40 g, скорость 3 м/с и смещение до 0,5 м.

3. Способ по любому из пп.1 или 2, отличающийся тем, что колебательное движение грунтового лотка осуществляют со следующими режимами: продолжительность 5 с, в вертикальном и горизонталь-

ном направлениях ускорение 10 g, скорость 2 м/с и смещение до 0,5 м.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что колебательное движение грунтового лотка осуществляют со следующими режимами: продолжительность 30 с, в вертикальном и горизонтальном направлениях ускорение 2 g, скорость 1 м/с и смещение до 1,0 м.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что закрепляют количество грузов, соответствующее количеству проводов и/или волоконно-оптическим кабелям, для закрепления которых предназначена испытываемая опора линии электропередач.

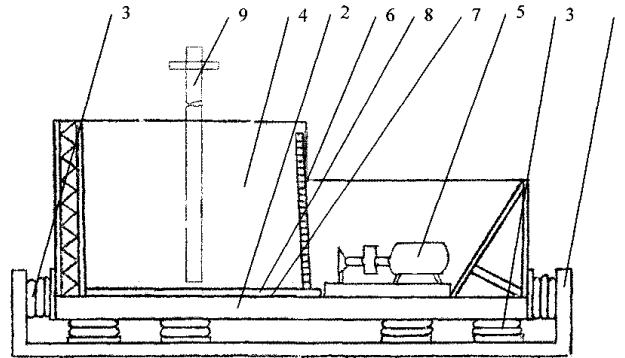
6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что на закрепленных на траверсе подвесных изоляторах закрепляют прутки с возможностью имитации закрепленных на траверсах проводов, а грузы закрепляют на прутках.

7. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что грузы закрепляют на установленных на траверсе изоляторах опоры линии электропередач.

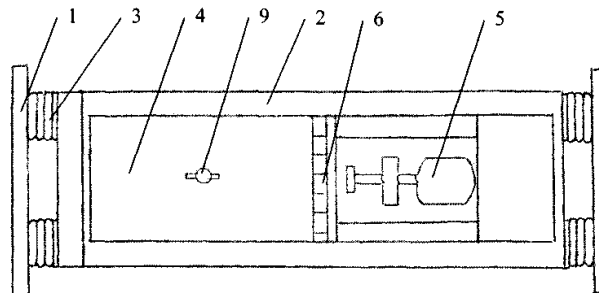
8. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что грузы закрепляют жестко на несущей конструкции траверсы.

9. Способ по любому из пп.5-8, отличающийся тем, что наряду с установкой грузов, вес которых соответствует весу проводов и/или волоконно-оптического кабеля, на опорах закрепляют подвесное оборудование или соответствующий ему по весу груз.

10. Способ по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что установку опоры линии электропередач в грунтовой лоток осуществляют на расстоянии от его внутренних стенок и дна, составляющем не менее 0,2 м.



Фиг. 1



Фиг. 2

