

УДК 624.154.1

Е.М. Каменских, Б.С. Юшков

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ОТТАИВАНИЯ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА

Описаны полевые испытания локального оттаивания мерзлых грунтов для устройства свайного основания. Рассмотрена технология локального растепления грунтов паронагревателем открытого типа. Произведены замеры температур грунта по радиусу и глубине растепляемой скважины. Проанализированы результаты, полученные при испытаниях.

Ключевые слова: свайное основание, мерзлый грунт, локальное оттаивание, паронагреватель открытого типа.

В последние годы в северной части нашей страны активно происходит освоение природных богатств и энергетических ресурсов, что предполагает во многом строительство новых промышленных и энергетических объектов, а также сети транспортных и инженерных коммуникаций. Это предопределяет потребность решения ряда проблем, так как в основании фундаментов любых сооружений залегают мерзлые грунты. Таким образом, устройство свайных фундаментов на мерзлых или вечномерзлых грунтах сопровождается рядом вспомогательных мероприятий [1].

К числу типов свай, применяемых на мерзлых и вечномерзлых грунтах, относят сваи:

- устанавливаемые в предварительно пробуренные скважины и заполненные грунтовым раствором;

- установленные в предварительно оттаянные скважины, заполненные грунтом;
- забиваемые в лидерные скважины (бурозабивные) или без предварительной подготовки грунта.

Строительство на вечномёрзлых грунтах ведут согласно указаниям СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» по двум основным принципам их использования в качестве основания под здания и сооружения.

Сущность первого принципа заключается в поддержании мерзлого состояния грунта в течение всего периода эксплуатации сооружений, а по второму принципу грунты могут находиться в оттаивающем или оттаявшем состоянии [2] .

Практически все подготовительные и вспомогательные работы для устройства свайного основания на мерзлых грунтах требуют дополнительных трудозатрат, а также продолжительны по времени. Поэтому целью полевых испытаний локального оттаивания мерзлых грунтов стала разработка менее трудозатратной и продолжительной технологии для устройства свай.

Способ локального растепления мерзлых грунтов заключается во введении в грунт паронагревателя открытого типа и проведении оттаивания грунта. Паронагревателем открытого типа является штанга буровой установки Raptor TWS 1400, в форсунки которой подается пар под давлением с помощью установки ППДУ 1600/100 на базе «Урала» (рис. 1).



Рис. 1. Оборудование для проведения полевых испытаний

Испытания проводились на строительной площадке в г. Березники в конце февраля – начале марта 2014 г. Площадка имеет размеры в плане 100×100 м, поверхность площадки была тщательно спланирована. Температура окружающего воздуха в день испытаний составляла +3 °С, температура грунта –1 °С. В основании площадки песок серовато-коричневый мелкий с растительными остатками слабодыстый мерзлый, с глубины 0,2 м – рыжевато-коричневый с гравием кварцево-кремнистых пород до 10 % слабодыстый мерзлый, с глубины 2,6 м – средней степени водонасыщения.

Во время проведения испытаний было выполнено 6 скважин с различными параметрами (рис. 2):

- частота вращения монитора 10 об/мин;
- время на 1 шаг (4 см) от 12 до 24 с;
- время на 1 м 1–2 раза по 5 мин;
- температура пара 142–180 °С;
- давление пара 5–10 атм;
- в две скважины был добавлен 10–16% -й раствор CaCl_2 с расходом 350 л на 1 м (погонный);
- диаметр растепления 1 и 2 м;
- глубина растепления 2 м.



Рис. 2. Проведение испытания

Количество скважин определено из условия комбинирования параметров растепления. После проведения растепления

грунта было выполнено измерение температуры в скважине и вокруг нее (таблица). Для этого в зоне растепления установлены металлические стальные трубки в количестве 4 шт. на скважину (рис. 3).

Результаты измерения температур в растепляемой скважине

Номер скважины	Время измерения	Точки измерения			
		1	2	3	4
1	21:00	32	33	27	23
	0:00	31	31	25	23
	3:00	30	20	26	24
	6:00	29	29	26	24
	9:00	6	6	3	0
2	21:00	43	30	22	22
	0:00	38	29	23	22
	3:00	35	28	23	21
	6:00	32	27	23	21
	9:00	13	8	3	0
3	21:00	43	32	23	21
	0:00	38	32	25	22
	3:00	35	30	24	21
	6:00	31	27	23	21
	9:00	12	9	3	0
4	21:00	55	37	23	21
	0:00	47	35	25	22
	3:00	44	33	25	21
	6:00	37	30	25	21
	9:00	18	12	7	3
5	21:00	–	28	22	20
	0:00	–	28	23	21
	3:00	–	26	22	20
	6:00	–	25	22	20
	9:00	–	8	4	1
6	21:00	35	28	21	21
	0:00	32	27	22	21
	3:00	30	26	21	20
	6:00	29	26	21	20
	9:00	12	8	3	0

На следующие сутки после испытания температура в скважинах и вокруг них в диаметре 0,5 м составляла более 5 °С.

Технология локального оттаивания применялась для устройства грунтоцементных свай. Бетон свай набрал проектную прочность в течение 28 сут.



Рис. 3. Измерение температуры с помощью металлических трубок

Таким образом, технология локального растепления грунтов для устройства свайного фундамента с помощью буровой установки и парогенератора может быть внедрена в строительное производство. Данная технология позволяет сократить время и трудозатраты на устройство свай: уже через 12 ч после растепления в пробуренную растепленную лидерную скважину можно произвести погружение железобетонной сваи или произвести бетонирование буронабивной сваи. Данная технология подходит также для устройства грунтоцементных и буроинъекционных свай.

Результаты испытания будут взяты за основу для проведения испытаний по устройству других типов свай в условиях вечной мерзлоты на севере Сибири.

Библиографический список

1. Добрынин А.О. Фундаменты из двухконусных свай для транспортного строительства: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2013. – 24 с.
2. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 448 с.

References

1. Dobrynin A.O. Fundamenti iz dvuhkonusnih svai dlya transportnogo stroitelstva [Foundations of double cone piles for transportation construction]. Abstract of the thesis of the candidate of technical sciences. Tumen, 2013. 24 p.
2. Tsitovich N.A. Mekhanika merzlykh gruntov [The mechanics of frozen soils]. Moscow: Visshaya shkola, 1973. 448 p.

Получено 29.09.14

E. Kamenskikh, B. Yushkov

FIELD TRIALS OF LOCAL THAWING OF FROZEN GROUND FOR DEVICE PILE FOUNDATION

Describes field tests local thawing of frozen soil for pile foundation. The technology of the local thawing of soils by open typed steam heater. Measured temperatures of the soil along the radius and depth of thawed well. Analyzed the results obtained in the tests.

Keywords: pile foundation, frozen ground, local thawing, open typed steam heater.

***Каменских Евгений Максимович** (Пермь, Россия) – аспирант кафедры автомобильных дорог и мостов, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: kamenskihevgeniy@gmail.com).*

***Юшков Борис Семенович** (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, профессор кафедры автомобильных дорог и мостов, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: adf@pstu.ru).*

***Kamenskikh Evgeniy** (Perm, Russian Federation) – Graduate student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: kamenskihevgeniy@gmail.com).*

***Yushkov Boris** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Prefessor of Department of Roads and Bridges, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: adf@pstu.ru).*