

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ
Кучеренко Т.В - студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Использование энергии воздуха

Воздушная теплонасосная установка Thermia Atria собирает энергию, накопленную в окружающем воздухе. Данная модель теплонасосной установки является наилучшим выбором. Точно также как и обычные теплонасосные установки, Thermia Atria дает тепло и горячую воду в дом и сокращает потребление энергии на 75%.

Однако, в силу технических причин, теплонасосные установки, использующие энергию, накопленную в воздухе, имеют серьезное ограничение в применении: минимальная температура наружного воздуха, при которой возможна работа теплонасосной установки Atria, составляет -20°C , при снижении температуры наружного воздуха до -30°C установка ступенями подключает электрические ТЭНы, соответственно, коэффициент преобразования снижается. Таким образом, при температуре наружного воздуха ниже -20°C работает только электрический нагрев.

Глубинная энергия земли (скважинный теплообменник)

При использовании в качестве источника тепла скалистой породы трубопровод опускается в скважину. Не обязательно использовать одну глубокую скважину, можно пробурить несколько неглубоких, более дешевых скважин, главное, получить общую расчетную глубину. Для предварительных расчетов можно принять следующее соотношение: на 1 метр глубины скважины приходится 50-60 Вт тепловой энергии. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходима скважина глубиной 170-200 метров.

К тому же это идеальный вариант теплообменника, при котором возможно использование теплового насоса для кондиционирования.

Поверхностная энергия земли (горизонтальный теплообменник)

При использовании в качестве источника тепла участок земли трубопровод зарывается в землю на глубину промерзания грунта (выбирается для конкретного региона). Минимальное расстояние между соседними трубопроводами – 0,8-1,2 м. Специальной подготовки почвы, засыпок и т.д. не требуется. Предпочтения к грунту: желательно использовать участок с влажным грунтом, идеально с близкими грунтовыми водами, однако сухой грунт не является помехой, это приводит лишь к увеличению длины контура.

Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 25-30 Вт. Таким образом, для установки теплового насоса мощностью 10 кВт необходим земляной контур длиной 333-400 метров. Для укладки такого контура потребуется участок земли площадью около 400-600 м² соответственно. При правильном расчете контур, уложенный в землю, не оказывает влияния на садовые насаждения, и участок может использоваться для выращивания культур точно также, как и при отсутствии внешнего контура.

Энергия водоемов

При использовании в качестве источника тепла воды ближайшего водоема или реки контур укладывается на дно. Этот вариант является идеальным с любой точки зрения: короткий внешний контур, «высокая» температура окружающей среды (температура воды в водоеме зимой всегда положительная), высокий коэффициент преобразования энергии тепловым насосом. Главное условие – водоем должен быть проточным и достаточным по размерам.

Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 30 Вт.

Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в озеро контур длиной 333 метра.

Для того чтобы трубопровод не всплыл, на 1 погонный метр трубопровода устанавливается около 5 кг груза.

Что дает использование тепловых насосов

Преимущества Заказчику:

1. На 1 кВт затраченной электрической возможно получить 4-7 кВт (!) тепловой энергии, т.е. от 75 до 84% Вы получаете бесплатно.
2. Эксплуатационные затраты в 6 раз меньше, чем при центральном отоплении.
3. Обеспечивается высокий уровень комфорта в течение всего года. Система самостоятельно переключается с режима отопления на кондиционирование и назад в межсезонье, не требуя вмешательства человека.
4. Система отопления значительно дешевле традиционной как в монтаже, так и в эксплуатации.
5. Обеспечивает легкое и быстрое управление температурой помещений.
6. Обеспечивает высокую надежность как отопления так и кондиционирования.
7. Горячее водоснабжение обеспечивается «попутно» кондиционированию и отоплению, практически бесплатно.
8. Используется бесплатный возобновляемый источник энергии, минимальная зависимость от роста цен на энергоносители.
9. Полностью отсутствует необходимость пополнения топливных запасов.
10. Исключена опасность возгораний в связи с отсутствием объектов горения или высокопотенциального тепла.
11. Существенное сокращение расходов (в 4-7 раз меньше в сравнении с электрическими котлами!) на коммунальные услуги.
12. Использование низкотемпературного теплоносителя в системе отопления дома приносит до 30% экономии используемой тепловой энергии.
13. Специально разработанные алгоритмы работы установки обеспечивает максимальную экономию электроэнергии.
14. Срок службы оборудования до ремонта не менее 30 лет. Для сравнения: системы на природном газе, лучших европейских производителей, прослужат до 12 лет.
15. Компания Экоклимат, являясь официальным дилером "Thermia", Швеция «Viessmann», «Vaillant», Германия и "Aermec", Италия, в Томской области, работает по ценам производителя, в соответствии с курсом €, без посредников.
16. Отсутствие расходов на эксплуатацию тепло или газовых магистралей.
17. Возможность использования льготного тарифа на электроэнергию.
18. Внедрение тепловых насосов позволит экономить до 268 кг угля, 84 кг мазута, 58 м³ газа на каждую произведенную Гкал тепла.

Преимущества Застройщику:

1. Возможность существенно повысить класс здания.
2. Возможность строительства в ранее неперспективных местах, - вдали от теплотрассы, в конце теплотрассы, где теплоноситель не имеет достаточного термического потенциала, в районах с малым разрешенным лимитом потребления электроэнергии, в не газифицированных районах.
3. Сокращение расходов на строительство ЦТП.
4. Нет необходимости согласований и платежей для подключения к тепловым сетям, проведению работ по прокладке магистральных трубопроводов.
5. Нет необходимости в получении разрешений установки (газовое оборудование), исключает регулярные проверки котельной инспектирующими организациями.
6. Автономность теплоснабжения и горячего водоснабжения делает объект более коммерчески привлекательным.
7. Хорошее жилье невозможно без современных функциональных систем отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования.

По прогнозам Мирового Энергетического комитета (МИРЭК), к 2020г. в развитых странах мира теплоснабжение будет осуществляться с помощью тепловых насосов.

ГЕОТЕКСТИЛЬ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Заярный А.А. - студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Геотекстиль - является экологически безопасным нетканым материалом, изготовленным из полипропиленовых волокон иглопробивным методом, что обеспечивает его высокую химическую стойкость, устойчивость к термоокислительному старению. Материал не подвержен гниению, воздействию грибков и плесени, грызунов и насекомых, прорастанию корней. Рабочий температурный диапазон: - 60 С + 100 С. Структура материала обеспечивает хорошие прочностные и фильтрующие свойства.

Благодаря оптимальному сочетанию своих характеристик, кроме традиционных применений в дорожных, дренажных и противоэрозионных конструкциях, широко используется при строительстве кровель, фундаментов, дренажей, землеустройстве и т.д. В связи с этим выполняются основные функции геотекстиля - разделение, армирование, фильтрация, дренаж, а также их сочетание. Геотекстиль великолепно выполняет эти функции благодаря сочетаниям своих свойств.

Основные свойства:

1. Высокий модуль упругости, благодаря которому материал может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях;

2. Большие удлинения при разрыве (в зависимости от типа - до 45 %);

3. Универсальная фильтрующая способность, обусловленная специфической структурой материала, которая исключает внедрение частиц грунта в поры и их засорение;

4. Высокая сопротивляемость прокалыванию, что особенно ценно при укладке;

5. Стоек к ультрафиолетовому излучению, не образует никаких побочных продуктов, экологически чистый материал.

Области применения геотекстиля:

1. Дорожное строительство;

2. Строительство туннелей;

3. Гидротехнические сооружения;

4. Строительство мусорных свалок;

5. Строительство железных дорог;

6. Строительство трубопроводов;

7. Производство гидродренажных систем;

8. Армирование откосов и многие другие.

Основные функции геотекстиля:

Армирование - усиление строительных конструкций в результате перераспределения напряжений от транспортных средств или собственного веса. В зависимости от области применения повышается жесткость насыпи, устойчивость откосов, несущая способность основания, снижается неравномерность осадки. Основные для выполнения функции армирования свойства геотекстиля - условный модуль деформации - до 35 кН/м, прочность при растяжении до 12 кН/м.

Защита - предотвращение взаимопроникновения крупнофракционных материалов и грунта, предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение повреждения прослоек из других материалов (гидроизоляционных пленочных). В зависимости от области применения заменяются защитные слои из минеральных материалов, создаются лучшие условия для формирования (уплотнения) слоев из минеральных материалов, достигаются лучшие динамические характеристики строительной конструкции. Основные для выполнения функции защиты свойства геотекстиля - усилие продавливания до 2500 Н.

Фильтр - предотвращение выноса грунтовых частиц в результате волнового воздействия, водного течения, давления воды из выклинивающихся водоносных горизонтов, предотвращение загрязнения традиционных дренажей. Заменяются традиционные многослойные ми-

нормальные фильтры.

Дренажное устройство - ускорение отвода воды в плоскости полотна и нормальном ей направлении. В зависимости от области применения - улучшение работоспособности дренирующих слоев, ускорение консолидации грунтов повышенной влажности, возможность прерывания капиллярного поднятия воды. Основное для выполнения функции дренажного устройства свойство геотекстиля - коэффициент фильтрации до 140 м/сутки.

ЗАЩИТА ФАСАДОВ ЗДАНИЙ ОТ РАЗРУШЕНИЯ

Лексин Д.В. - студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время в эксплуатируемых зданиях можно встретить значительное количество дефектов и повреждений на их фасадах. Мало того, что эти дефекты портят внешний вид здания, они напрямую влияют на условия проживания в этом здании.

Пора задуматься над тем, как уменьшить количество и масштабы возникающих дефектов и разрушений..

Современные защитные (изолирующие и пропиточные) материалы способны эффективно защитить строительные конструкции фасадов от разрушения, происходящего под воздействием атмосферных осадков и изменения температурно-влажностного режима.

Причины разрушения фасадов зданий:

1. Атмосферные осадки.

Дождь и стекающая по стенам вода уносят с поверхности фасада здания частицы кирпича, камня, строительного раствора и бетона. Если при этом в дождевой воде растворены химические вещества, образующиеся в промзонах и в выхлопных газах автомобилей — окислы серы и азота, фосфора и даже обычная угольная кислота (кислотные дожди), то ущерб, наносимый поверхности материала возрастает многократно. Однако вода способна разрушать камень еще одним способом. Как и прочие материалы, камень способен впитывать воду, что сопровождается его набуханием. Все камни, конечно, набухают по-разному: например, пористый строительный раствор и кирпич впитывают много воды и сильно набухают, а гранит, практически не впитывает воду. В результате на границе между двумя разными строительными материалами, а иногда и между зернами одного и того же строительного материала возникают огромные напряжения, что приводит к образованию трещин. При этом, конечно, свою роль играют и перепады температур, при которых все материалы расширяются и сжимаются по-разному. В солнечную погоду, например, температура темной гранитной поверхности легко достигает 70°C, а температура раствора, которым гранитная плита приклеена к стене, составляет около 30°C. Различное температурное расширение создает напряжение в камне, а в присутствии влаги, находящейся в швах, этот эффект существенно усиливается. Все это приводит к откалыванию облицовок.

2. Размораживание кладки.

Размораживание строительного камня (кирпичной кладки) может происходить даже в сухую морозную погоду. Сам по себе сухой камень практически нечувствителен к морозу. Однако представьте себе следующее: температура в квартире +20°C, относительная влажность 50% (комфортная), что соответствует содержанию влаги в воздухе 8,65 г/м³. На улице в это время: температура -10°C, относительная влажность 80%, т.е. влаги в воздухе около 1 г/м³. Естественно, что вода будет стремиться изнутри здания наружу. Но она не достигнет поверхности, т.к. сконденсируется и замерзнет в 2..3 см от нее. Кристаллы льда разорвут камень и возникнут трещины, параллельные поверхности облицовки. Пример: хорошо знакомые многим обколотые облицовочные пустотелые кирпичи. Это явление усиливается, если здание облицовано непаропроницаемым материалом, затрудняющим испарение влаги с поверхности, например, глазурованной плиткой или гранитом, или окрашено пленкообразующей краской. Итог: твердые покрытия отслаиваются, пленочные покрытия трескаются и отше-

лушиваются. Принципиально важна не только влагоемкость материала, но и способность собирать и отдавать (испарять) влагу. Например, внутри необработанного бетона вне зависимости от температуры конденсация воды из воздуха начинается уже при 75% относительной влажности. Испарение же ее затруднено и при морозе внутри образуются кристаллы льда, разрывающие камень. При теплой погоде конденсация влаги, кроме того, создает среду для размножения микроорганизмов.

3. Воздействие солей

Минеральные соли могут проникать вглубь материала либо с поднимающейся по капиллярам влагой из грунта, либо вместе с впитывающейся с поверхности водой. В развитых странах они образуются также при чистке поверхности зданий и санировании. Кристаллы соли разрушают структуру окружающего материала, что приводит к шелушению и отслаиванию краски и штукатурки и эрозии камня. Кроме того, поднимаясь по порам фундамента вместе с грунтовой влагой, они выступают на поверхности в виде корки, под которой также идут разрушительные процессы.

4. Биологическое разрушение — главный механизм старения древесины.

Ошибки при ремонте:

- если не вся зона выветривания обработана специальными закрепителями камня, то может быть спровоцирована усиленная эрозия необработанных, а затем и обработанных участков;

- нельзя комбинировать новые щелочные (цементные, известковые) строительные материалы для ремонта старых, нейтрализовавшихся кислотой воздуха, строительных деталей, подвергающихся воздействию влажности;

- нельзя встраивать стальные детали в фасады без дополнительной антикоррозийной защиты, т.к. образующаяся ржавчина, занимая значительно больший объем, расколет окружающий материал.

Сталь применима только в сильно щелочной среде (бетон, свежий известковый раствор).

5. Ошибки при строительстве:

- укладка слоистого природного камня слоями параллельно поверхности фасада — гарантия растрескивания фасада;

- некачественная гидроизоляция фундамента (обычное явление) приводит к капиллярному подъему влаги на значительную высоту;

- применение несовместимых материалов, что может вызвать не только порчу окраски, но и растрескивание массы материала.

Защитные материалы фасадов зданий:

• Для защиты строительных материалов от сырости применяются два принципиально разных типа материалов:

1 - изолирующие материалы;

2 - пропиточные материалы.

1. Изолирующие материалы

Изолирующие материалы образуют водонепроницаемую пленку или слой на поверхности стены. Пример: битумная гидроизоляция фундамента. В современном строительстве в качестве гидроизоляции часто применяется толстая полиэтиленовая пленка.

Недостатки:

• нарушение целостности слоя резко снижает эффективность гидроизоляции, вплоть до ее полной потери;

• неприменимость в надземной части здания. т.к. эти «недышащие» материалы усиливают размораживание фасадов, препятствуя удалению влаги из здания.

2. Пропиточные материалы

Они представляют собой кремнийорганические соединения: силиконаты, силаны, силоксаны, силиконовые смолы. Это вещества, соединяющие свойства неорганических молекул, родственных кварцу, со свойствами органических молекул, подобных парафину. Отличительная черта этих защитных материалов заключается в том, что они не образуют

поверхностных пленок. После обработки минеральных строительных материалов силиконами они полностью или почти полностью теряют способность к водопоглощению. При этом поры в них не закупориваются и они почти не меняют своего паропропускания. Более того, их водоотталкивающие свойства препятствуют образованию жидкой воды в мелких порах, так что даже при высокой влажности и низких температурах вода остается газообразной. Скорость высыхания таких камней возрастает многократно. Соли теряют подвижность, практически исчезает набухание. Простейшие способы нанесения силиконовых пропиток — кистью или набрызгиванием из распылителя. Тем не менее, несмотря на хорошую глубину проникновения в толщу пористых материалов (по известняку, бетону, песчанику составляет до 4...6 см), внешние пропитки не защищают фундаменты от капиллярного поднятия влаги. Для снижения влагопоглощения фундаментов применяют 2 методики:

- введение силиконовых объемных гидрофобизаторов на стадии изготовления стройматериала;
- заводская пропитка изготовленных изделий (ячеистого или газобетона, известняка, песчаника, кирпича) путем погружения в гидрофобизирующий раствор.

При ремонтных работах приходится прибегать к пропитке фундаментов методом инъекции в шпур: в стенах сверлятся (почти насквозь) слегка наклонные шпур, в которые заливается гидрофобизирующая пропитка. Образовавшийся водоотталкивающий слой предохраняет весь фундамент от подъема влаги.

Требования к эффекту от пропиток:

- снижение водопоглощения не менее чем на 70%;
- снижение паропропускания не более чем на 5%.

Срок действия силиконовых средств защиты составляет несколько десятков лет. Они не изменяют глянца, придают водоотталкивающие свойства и устойчивы к ультрафиолетовому излучению. Существующие средства для обработки камня придают ему не только водоотталкивающие, но и маслоотталкивающие свойства, что резко снижает загрязнение поверхности и позволяет бороться с граффити.

Особое место среди силиконовых средств защиты зданий занимают краски и штукатурки на основе силиконовых смол, которые обладают прекрасными водо- и грязеотталкивающими свойствами, паропропусканием и необыкновенной долговечностью. Относительно недавняя разработка — силиконовые пропитки для дерева, которые позволяют консервировать его на десятки лет не изменяя внешне. Следует предупредить, что в работе с силиконовыми пропитками много тонкостей и нарушения технологии могут привести к отрицательным результатам.

ИНФРОКРАСНЫЕ ТЕПЛЫЕ ПОЛЫ «CALEO»

Теплова О.С. - студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Преимущества инфрокрасных теплых полов CALEO:

1. Универсальность. Действительно наиболее универсальный тип обогрева пола, легко совместимый с любым типом напольного покрытия — плиткой, ламинатом, ковровином, паркетом, паркетной доской и линолеумом. Благодаря частому расположению полос проводника (от 3-х до 13 мм) и невозможности перегрева (температура нагрева полос не может превышать 45 градусов) является самым щадящим типом обогрева напольных покрытий из дерева и ламината.

2. Простота установки. Установка пленочного пола проста, занимает немного времени и доступна даже не специалисту.

3. Экономичность. Есть несколько источников экономичности теплого пола. Есть возможность выбрать строго необходимое количество метров, а не переплачивать за лишнюю кабель. Основной источник экономии — правильный терморегулятор, который позволит сократить эффективное энергопотребление до 20—30%. Другими источниками экономичности

являются более высокая, чем у кабеля, теплопроводность используемого материала (карбона). А также, более высокая теплоотдача из-за плотного расположения полос проводника — через 1 см в пленке против от 5—6 до 11—12 см у термоматов.

4. Здоровый обогрев. Теплый пол оказывает положительное влияние на здоровье. Существует более 30 заболеваний, вылечивающихся с использованием дальнего инфракрасного излучения. Напомним, что излучение термопленки PowerFilm на 90% состоит из лучей дальнего инфракрасного спектра.

5. Гибкость. С помощью теплого пола можно обогреть любые горизонтальные, вертикальные, наклонные поверхности.

6. Мобильность. При желании, можно использовать мобильный комплект теплого пола для обогрева зеркала, ковра, картины, места домашнего любимца, а также в качестве средства аварийного обогрева.

7. Надежность и устойчивость к механическим повреждениям. При механическом повреждении выходит из строя лишь полоса или секция пола (соединение полос параллельное). Пленка не подвержена коррозии и разрушению очень длительный срок (срок разложения полиэтилена превышает срок жизни большинства строений).

Применение инфракрасных теплых полов CALEO:

1. Комфортный (дополнительный) обогрев жилых помещений.

Основное предназначение **теплого пола CALEO** — комфортный обогрев жилых помещений, квартир и домов. Для обогрева пола в квартирах выше второго этажа рекомендуется выбирать комплекты с мощностью 150 Вт, для частных домов, коттеджей, первых этажей — более мощные комплекты на 220 Вт. Использование теплого пола CALEO в качестве системы комфортного обогрева имеет много преимуществ по сравнению с традиционным кабельным полом. Главное — это совместимость с любым типом покрытия (в том числе, паркетом, ламинатом, ковровым покрытием, плиткой), удивительная легкость монтажа и отсутствие потерь вертикального пространства помещений.

2. Основной обогрев помещений

Рекомендуется использовать теплый пол CALEO в качестве основного обогрева в следующих случаях:

- В местах, где отсутствует стационарное газовое отопление
- Повсеместно в период межсезонья, отключения батарей отопления
- В более теплых климатических зонах РФ.

3. Временный (в. ч. переносной, аварийный) обогрев вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностей.

С помощью теплого пола CALEO можно обогреть не только пол. ТЕРМОПЛЕНКУ можно укладывать на потолок и стены помещения. При необходимости можно обогревать только часть помещения или держать комплект для обогрева в случае аварийного и временного отключения основной системы обогрева. Также, пленочный инфракрасный теплый пол CALEO вполне можно переносить и использовать в самых различных ситуациях. Например, его можно положить под ковер, под зеркало в ванной комнате (защита от запотевания), обогреть спальное место домашнего любимца. Существуют термокартины и термопанели. Монтаж подобных конструкций займет несколько минут.

4. Комфортный обогрев общественных зданий и сооружений, промышленных объектов.

Пленочный инфракрасный пол CALEO — идеальный вариант обогрева гостиниц, больниц, детских садов, спортивных сооружений — всех объектов, где требуется «здоровое тепло». Специалисты компании помогут установить теплый пол, и вывести управление на единый пульт. С единого центра можно установить индивидуальный температурный режим в более чем 120 помещениях одновременно.

5. Обогрев сельскохозяйственных объектов.

Рекомендуется устанавливать пленочную систему обогрева CALEO на различных объектах, прежде всего животноводства и тепличного хозяйства. Она подходит для обогрева парников и зимних садов. Отличные результаты получены нашими корейскими

и украинскими коллегами для обогрева животноводческих комплексов (свиноферм, птицеферм). На пленочном полу PowerFilm выросло уже не одно поколение здоровых и продуктивных свиней и кур.

Технологии изготовления инфракрасных теплых полов CALEO:

Компания DYS Tech. Co. Ltd с 2001 года занималась исследованиями и внедрениями новейших альтернативных технологий обогрева, работающих на основе инфракрасного излучения посредством карбонового полупроводника. В 2004 году усилия компании увенчались успехом, была разработана промышленная технология и зарегистрирована торговая марка PowerFilm (ПауэрФилм, Термопленка, Энергопленка).

Основной материальный носитель новой технологии — это **термопленка** (также Энергопленка, Power Film). Изобретение термопленка Power Film стало еще одним шагом на пути коммерческого внедрения **нанотехнологий**.

Термопленка Power Film представляет собой толстую полимерную пленку, которая излучает со своей поверхности дальние инфракрасные лучи (длина волны 5-20 мкм). Собственно излучателем является углеродная (карбоновая) паста, на которую по медно-серебряным проводникам подается напряжение 220 Вольт переменного тока. Карбоново-проводниковые полосы запаяны в прозрачную полиэстеровую пленку. Теплопроводность углеродородного волокна (карбона) намного выше, чем у аналогов, которые используются в системах обогрева. Это свойство позволяет достигать большей эффективности и теплоотдачи, меньшем энергопотреблении.

Термопленка Power Film создана на основе нанотехнологий, которые позволяют изменять свойства обычных материалов на уровне мельчайших размеров. Единица измерения — нанометр или одна миллиардная часть метра, что позволяет манипулировать самыми маленькими физическими субстанциями — атомами и молекулами. В данном случае, применение нанотехнологий позволило добиться высокой степени излучения дальних инфракрасных лучей (около 90%) и анионов с поверхности карбонового полупроводника.

Обязательным условием использованием термопленки является применение материала с теплоотражающим эффектом, снижающего потери тепла. В качестве теплоотражающего материала разрешается применение материала, покрытого металлизированной лавсановой или полипропиленовой пленкой. В случае укладки под мягкие напольные покрытия: линолеум, ковролин и аналоги мы рекомендуем использовать теплоотражающий материал с мягкой прослойкой, например Инфрафлекс.

Инфрафлекс — теплоотражающий материал на основе полиэтилена и полиэстра, покрытый с одной стороны металлизированным лавсаном, на который нанесен печатный рисунок. Материал тонкий, гибкий, легкий, экологически чистый, является продуктом, который оказывает тепло на всех трёх путях его распространения: теплопроводность, конвекция и, что самое важное в данном случае — излучение. В местах, подверженных большим механическим нагрузкам, под керамическую плитку, керамогранит, паркет и паркетную доску рекомендуется использовать материал с твердой прослойкой, например рулонную пробку или Инфрафлекс толщиной 3 мм.

ПЛЕНОЧНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ

Арцибашев А.И. - студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из важнейших свойств пленочного нагревателя (ПЛЭН) является высокая долговечность: гарантийный срок службы при соблюдении технологии монтажа составляет 25 лет со дня продажи. Срок эксплуатации с момента установки 50 лет и более. Такая долговечность достигается тем, что в рабочем состоянии нагревателя составляющие его материалы находятся в диапазоне щадящих температур. При этом резистивный материал имеет температуру плавления более 1500о С, полимерное полотно более 350о С.

ПЛЭН не требует эксплуатационного обслуживания, безопасен, экологичен.

При подключении к электрической сети резистивный элемент (РОСт) нагревается до температуры 40-50°С. Фольгированный вспененный теплоизолятор позволяет распределить тепло по всей поверхности помещения. В случае если ПЛЭН закрывается строительным декором (ГКЛ, ГВЛ, деревом и т.д.), на поверхности потолка температура составляет 30-40°С.

При достижении инфракрасными лучами поверхности твердого тела, последняя поглощает их вследствие чего нагревается. Далее поверхность начинает передавать тепло окружающему воздуху.

Установка ПЛЭН на потолке качественно меняет процесс теплопередачи.

В конвективной системе источником теплоты является радиатор, конвектор или другой подобный элемент с незначительной площадью теплообмена. Процесс теплопередачи идет в следующей последовательности:

1. Нагрев воздуха путем конвективной отдачи тепла с поверхности радиатора холодному воздуху;
2. Нагретый воздух разряжается и поднимается вверх;
3. При контакте с ограждающими конструкциями (стенами, потолком) происходит частичная теплопередача;
4. Остывший воздух опускается вниз, далее цикл повторяется.

При инфракрасном способе, который заложен в основу отопления элементами РОСт, процесс идет в следующей последовательности:

1. При подаче электроэнергии на элементы РОСт температура поверхности последних достигает + 45°С в течение нескольких минут;
2. Тепловой поток от элементов системы напрямую передается поверхности пола и в значительной мере поглощается им, в результате чего его поверхность нагревается;
3. Помещение постепенно наполняется теплым воздухом, при этом его температура максимальна у поверхности пола;
4. По мере достижения заданной температуры воздуха на высоте размещения терморегулятора (1 — 1,5 м от пола) последний отключает питание системы.
5. Наступает период, в течение которого пол продолжает отдавать воздуху аккумулированное в нем тепло. Этот процесс занимает около 90% общего цикла.
6. Как только поверхность пола не может обеспечить достаточный дебет тепла и температура воздуха на уровне терморегулятора упадет на 1°С, система включится и начнется новый цикл.

Основные преимущества системы отопления элементами РОСт:

1. Естественный природный принцип теплообмена.
2. Идеальный температурный режим для комфортной жизнедеятельности.
3. Система работает около 5-10 мин в час. Остальное время расходует накопленную энергию.

В результате использования природного принципа теплопередачи, система способна увеличить температуру воздуха в помещении на 10°С за 40-50 минут в зависимости от термосопротивления ограждающих конструкций здания. При закрытии декором время выхода на режим увеличивается.

Если при конвективном способе отопления необходимо затратить порядка 100Вт для отопления 1м², то при использовании элементов РОСт достаточно 15Вт при следующих условиях: система вышла на режим (этот период может составлять от 2-х до 4-х недель), здание (помещение) соответствует СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», высота потолков не более 3 метров, температура на терморегуляторе + 20°С.

Основным применением ПЛЭН является основное либо дополнительно отопление зданий и помещений.

Из таблицы приведенной ниже видно, что отопление элементами РОСт составляет серьезную конкуренцию газовому отоплению.

Затраты на коттедж 150м.кв.	Газ	Тради- ционное элек- трическое отопление	Ко- тел на пилотах	Пле- ночный нагре- ватель РОСт
Проектирование наружного газо- провода 50м	40 000	-	-	-
Проектирование системы ото- пления и котлов	30 000	-	•	-
Монтаж наружного и внутренне- го газопровода	160 000	-	-	-
Стоимость котла	45 000	25 000	178 000	-
Монтаж и подключение котла	20 000	20 000	2 000	-
Радиаторы	30 000	30 000	30 000	-
Металлопластик и фитинги	20 000	20 000	20 000	-
Монтаж внутренней разводки и батареи отопления	40 000	40 000	40 000	-
Элементы ПЛЭН (65% от пото- лочной поверхности)	-	-	—	92 625
Монтаж ПЛЭН 500 руб. на м.ке. площади	-	-	-	75 000
Итого	375 000	135 000	270 000	167 625
Затраты на эксплуатацию	Газ	Тради- ционное элек- трическое ото- пление	Ко- тел на пилотах	Пле- ночный нагре- ватель РОСт
За потребленный газ (электро- энергии) в месяц, руб.	1 500	10 152	2 500	1523
Затраты на один отопительный сезон 8 месяцев)	12 000	81 216	20 000	12182
Затраты на ремонт и обслужива- ние за отопительный сезон	7 000	3 000	3 000	-
Итого за 5 лет эксплуатации	95 000	481 080	127 500	60 912

Из приведенной таблицы следует, что затраты на монтаж системы отопления на основе ПЛЭН более чем в два раза дешевле чем монтаж газового и незначительно дороже традиционного электрического. Сезонные затраты за энергоносители ПЛЭН и газового отопления почти равны, а с традиционным электроотоплением ниже почти в семь раз. Таким образом замена традиционного электроотопления на ПЛЭН окупится за 2,5 отопительных сезона.

Чего не видно из таблицы — сроки эксплуатации первых двух систем существенно ог-

раничены (10-15 лет) и требуют периодического обслуживания сопряженного со значительными затратами, ПЛЭН же будет служить почти вечно. Сколько раз за свою жизнь Вы меняете электрическую проводку у себя дома? Чаще всего ни разу, то же самое относится и рассматриваемой системе — нет высоких температур, нет трения, нет механических деталей.

УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ СТАРОГО ФОНДА

Лакке Ю.А.- студент, Носков И.В. – к.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Фундамент - это наименее изнашиваемая часть здания. Если фундамент правильно спроектирован и не подвергается новым воздействиям, он может благополучно служить многие столетия. Но, рано или поздно необходимость в ремонте фундамента и усилении его оснований может возникнуть.

Проблема усиления фундаментов при реконструкции зданий является особенно актуальной в больших городах. Основной причиной является коммерческая привлекательность приобретения зданий в центральной части города и надстройка дополнительных этажей. В результате чего увеличиваются нагрузки на фундамент.

Другая задача требующая усиления фундаментов – это осадки зданий и как следствие появление трещин на стенах. Подобные проблемы возникают при неправильной эксплуатации зданий и замачивании грунтов в основании фундаментов, либо вследствие ошибок, допущенных при проектировании или строительстве.

При реконструкции зданий и сооружений для усиления их оснований и фундаментов (стабилизации деформаций оснований и кренов), устройства фундаментов под встроенные сооружения и технологическое оборудование в стесненных условиях внутри эксплуатируемых или возведенных зданиях и сооружениях, или при необходимости устройства новых фундаментов вблизи существующих, когда отрывка котлованов или забивка свай может привести к недопустимым деформациям существующих конструкций применяют следующие технологические схемы:

- устройство буроинъекционных свай;
- метод статического задавливания свай;
- укрепление и увеличение опорной площади фундаментов;
- устройство под зданием фундаментной плиты;
- закрепление грунтов основания.

Выбор той или иной технологической схемы зависит от типа существующего фундамента, его состояния, инженерно-геологических условий, конструкцией здания, действующих на фундамент нагрузок и т.д.

Усиление фундаментов с помощью буроинъекционных свай.

Возможно осуществлять в любых грунтовых уровнях, не разрабатывая котлованы и не нарушая естественной структуры грунтов основания, в любой период года. Устройство буроинъекционных свай производится малогабаритными станками, как внутри жилого или производственного помещения, так и в его подвальной части, при этом достигается значительное снижение стоимости и продолжительности работ по сравнению с традиционными решениями. Усиление этим способом наиболее целесообразно выполнять, если грунты основания реконструируемого здания имеют низкую несущую способность. В этом случае часть или всю нагрузку от фундамента передают на более глубоко расположенные прочные слои грунта. Буроинъекционные сваи применяются при строительстве новых сооружений рядом с существующими, а также для усиления старых, находящихся в аварийном состоянии. Это необходимо когда сооружение объектов ведется в условиях сложившейся застройки, при реконструкции действующих предприятий и цехов, усиление фундаментов под оборудование, защита существующих зданий и сооружений от возможных подвижек грунта, при разработке глубоких котлованов, проходке тоннелей, коллекторов и т.д. В этих случаях обычные сван

из-за вибрации, ударов и громоздкости оборудования оказываются неприемлемыми. Этот вид укрепления фундаментов наиболее индустриален.

Сооружения буроинъекционных свай выполняются станками вращательного бурения типа СБУ и СКБ наклонными или вертикальными скважинами непосредственно через стены и фундаменты усиливаемых объектов.

Бурение скважин для устройства буроинъекционных свай в зависимости от грунтовых условий может выполняться шнеком, шарошечным долотом, колонковой трубой без крепления скважин, под защитой обсадных труб или глинистого раствора. Диаметр свай обычно составляет 100-250 мм.

Несущая способность буроинъекционных свай, как и традиционных забивных, должна уточняться по результатам их статических испытаний.

К недостаткам данного метода усиления фундаментов можно отнести сложности при определении качества выполнения ствола сваи, антикоррозионную стойкость, ненадежность закрепления головы сваи в случае ветхого фундамента, который в последующем работает как ростверк.

Технология усиления фундаментов погружением свай методом статического задавливания.

Установлено, что статические способы погружения свай или шпунта, иначе говоря, вдавливание, обладают большими преимуществами, к наиболее существенным из них относятся следующие. Благодаря отсутствию динамических и вибрационных воздействий в конструкциях реконструируемых сооружений исключаются неравномерные осадки, трещины, разрушения и т.п. и отпадает необходимость в усиленном армировании ствола сваи, особенно ее головной части. Бесспорно, что при вдавливании гарантируется высокая точность погружения и появляется возможность оценивать несущую способность каждой сваи. Кроме того устройство ограждения котлованов (разделительных стенок) вблизи построенных сооружений позволяет эффективно снизить влияние нового строительства.

Увеличение опорной площади, усиление фундаментов.

Этот метод применяют при недостаточной несущей способности грунтов основания, а также, когда в результате неравномерных осадок появляются трещины в здании и фундаменте. При этом дополнительные части фундамента (банкетты) могут устраиваться односторонними (при внецентренном расположении нагрузки) и двусторонними (при центральной нагрузке). Фундаменты под столбы и колонны чаще всего усиливают по всему периметру его подошвы.

Банкетты и существующие фундаменты требуют жесткого соединения. Для этого их примыкание производится с помощью штраб, либо специальных стальных или железобетонных разгружающих балок, принимаемых по расчету.

Основные приемы работ по расширению фундаментов сводятся к следующему. В зависимости от гидрогеологических условий и материала усиливаемого фундамента последний разбивают на отдельные участки длиной 1.5-2.0 м. На участках усиления фундаментов разрабатывают траншею шириной 1,5-2,0 м на глубину его подошвы. Металлические и железобетонные разгружающие балки закрепляются в отверстиях и штрабах старого фундамента, обеспечивая таким образом совместную работу старых фундаментов и банкет. Этим способом достигается развитие опорной площади, т.е. снижение давления на основание, а следовательно уменьшение осадок здания. Сцепление бетона с бутовой (старой кладкой) фундаментов обуславливается нервной боковой поверхностью кладки, очищенной от грунта, промытой и продутой сжатым воздухом.

Обжатие разрыхленных грунтов основания и включение его в работу выполнялось цементацией под давлением или обжатием с помощью гидравлических домкратов.

Существенным недостатком данного метода при его относительной простоте является трудоемкость исполнения, продолжительность производства работ значительный объем земляных работ, а также определенные сложности включения усиливаемых частей фундаментов в работу, для чего требуется специальные мероприятия и монтажные приспособления.

Если материал фундамента находится в неудовлетворительном состоянии (механические повреждения, наличие осадочных трещин, расслоение и растрескивание тела фундамента в результате промораживания и т. п.) его целесообразно укрепить путем инъекции цементного раствора, синтетических смол и т. п.

Устройство под зданием фундаментной плиты.

Подводка под здание фундаментной плиты снижает давление на грунт основания и является эффективным способом увеличения площади фундаментов. Такой способ усиления применяется в тех случаях, когда здание в период строительства и эксплуатации претерпевает большие неравномерные осадки, возникающие из-за неоднородности фундаментов, значительного различия в нагрузках на них, замачивания или промораживания. Устройство фундаментной плиты особенно целесообразно, если на глубине основания имеются насыпные грунты или, если осадка перегруженных фундаментов при строительстве или эксплуатации интенсивно возрастает.

Перед устройством фундаментной плиты под нее укладывают щебеночную подготовку толщиной 15-20 см с уплотнением ее в грунт. Толщина фундаментной плиты составляет не менее 2.5 м главных - 50 x 100. Глубина заделки плиты в существующие стены 30-40 см. Плита встраивается, как правило, выше подошвы фундаментов на 60-80 см. Армирование плит производилось в двух взаимных перпендикулярных направлениях.

Второстепенные и главные балки армируются в соответствии со схемой нагрузки балки шарнирно опертой на две опоры. Материал стены в местах заделки в плиту проверяют на местное смятие. Недостатками данного метода является его значительная стоимость и трудоемкость выполнения работ. Высокий процент немеханизированных работ.

Укрепление грунтов в основании зданий и сооружений.

К достоинствам применения настоящей технологии закрепления грунтов относятся высокая степень механизации всех операций, возможность уплотнения грунтов до заданных проектом параметров в их естественном залегании, сравнительно малая трудоемкость, отсутствие ручного труда по откопке траншей, а также сравнительно невысокую стоимость исходных материалов.

Приведенные выше некоторые технологии и схемы усиления фундаментов наглядно показывают, что каждая из них имеет свою область применения, где тот или иной способ наиболее эффективен и экономичен. Однако, для определения целесообразности использования того или иного метода определяющую роль играет качество комплексных инженерных изысканий объекта.

Важно также отметить, что выполнение всего цикла работ по реконструкции объекта одной организацией-подрядчиком (изыскания, проектирование, производство СМР и др.) позволяет повысить слаженность действий всех участников процесса, исключает искажение и потерю информации дублирования работ, что, в конечном счете, существенно сокращает общие сроки и стоимость реконструкции и повышает ее качество.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Гаин О.А., Свиридова Л.С. - студенты, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Почти на всей территории нашей страны температура воздуха зимой опускается ниже 0°C. В результате действия отрицательной температуры в течение длительного периода времени грунт с поверхности промерзает, превращаясь в мерзлый. К *вечномерзлым* относятся грунты, находящиеся в мерзлом состоянии в течение многих лет (обычно столетий и даже сотен тысяч лет). На территории Российской Федерации районы вечномерзлых грунтов занимают до 40% площади. Это указывает на важность поисков путей возведения надежных и экономичных фундаментов на мерзлых грунтах. Многочисленные исследования и опыт эксплуатации гражданских и промышленных зданий показали, что свайные фундаменты на веч-

но мерзлых грунтах являются наиболее индустриальными, конструктивно надежными и экономичными в строительстве.

Подлежащие возведению на вечномерзлых грунтах фундаменты сооружений необходимо проектировать на основе результатов инженерно-геокриологических изысканий и исследований, выполненных в соответствии с требованиями действующих СНиП, государственных стандартов и других нормативных документов по инженерным изысканиям.

Мерзлые глинистые грунты обладают высокой прочностью, трудно поддаются механической обработке, но при оттаивании они превращаются в разжиженную массу с малой несущей способностью.

К числу типов свай, применяемых на вечномерзлых грунтах, относят сваи, устанавливаемые в предварительно пробуренные скважины и заполненные грунтовым раствором, сваи, установленные в предварительно оттаянные скважины с заливкой их грунтом, а также сваи, забиваемые в лидерные скважины (бурозабивные) или без предварительной подготовки грунта. Для строительства на вечномерзлых грунтах применяют деревянные, железобетонные и металлические сваи.

Для свайных фундаментов, возводимых по принципу сохранения мерзлого состояния грунтов оснований, на период строительства нужно обязательно бурить температурные скважины для наблюдения за смерзанием свай с грунтом.

Устройство скважин для свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах - одна из самых трудоемких операций, составляющая 70-80% от общих трудозатрат на устройство фундамента объекта. Разработку скважин в мерзлых грунтах ведут машинами канатного, вращательного, ударно-вращательного и термомеханического бурения, а также бурением с помощью трубчатых лидеров (буров), погружаемых сваебойными агрегатами.

Способ бурения скважин выбирают с учетом метода погружения свай. Для погружения свай в скважины с заливкой грунтовым или песчаным раствором, независимо от того, как и чем образованы скважины, оборудование подбирают только с учетом мерзлотногрунтовых условий площадки и возможностей строительной организации. При бурозабивном способе погружения свай необходимы точные размеры скважин для забивки свай в соответствии с требованиями проекта.

Способ погружения свай в вечномерзлые грунты выбирают с учетом физико-механических свойств грунтов, их среднегодовой температуры, района строительства, времени года, требований к точности погружения свай и т. п.

В условиях низкотемпературных (твердомерзлых) грунтов целесообразно использовать основания в мерзлом состоянии. Несущая способность свай в них значительно выше, чем в высокотемпературных, а сроки вмерзания свай и начала загрузки фундаментов значительно меньше.

При устройстве фундаментов на высокотемпературных вечномерзлых грунтах (в основном пластичномерзлых) требуется соблюдать особые меры предосторожности и до начала строительства проводить мероприятия с целью понижения температуры грунтов. При устройстве скважин большого диаметра требуется искусственно охлаждать грунт для вмораживания свай, ибо естественное вмерзание их может продолжаться несколько месяцев, что удлинит сроки строительства.

Процесс погружения свай в оттаянные грунты в два раза дешевле, чем в пробуренные скважины. Но процессом оттаивания грунта трудно управлять: сваи вмерзают неравномерно и медленно.

Вследствие сложности возведения свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах авторский (или заказчика) контроль необходимо вести на всех стадиях производства работ с оформлением промежуточных актов их приемки.

Необходимо соблюдать следующие требования к строительству зданий и сооружений в условиях сохранения режима вечной мерзлоты с проведением мероприятий в зависимости от теплового режима здания, его размеров и назначения, а также от местных грунтовых и климатических условий:

а) размещение зданий и сооружений должно быть по возможности на склонах, обращенных на север;

б) устройство фундаментов с проветриваемым подпольем. Эта система фундаментов является наиболее надежной в условиях сохранения режима мерзлоты. Для зданий с тепловыделением высота подполья должна быть от 0,5 до 1,0 м.;

в) покрытие поверхности земли в подполье и вокруг здания малотеплопроводными материалами;

г) предохранение основания сооружений от текучих поверхностных и подземных вод.

Специфика условий строительства в условиях вечной мерзлоты предъявляет, во-первых, повышенные требования к детальности и достоверности инженерно-геологических изысканий, а, во-вторых, не позволяет использовать унифицированные технические решения оснований и фундаментов, требуя индивидуального подхода к отдельным площадкам, а часто и к каждому сооружению, которые к тому же различаются по назначению и по конструктивным особенностям. В результате неучета особенностей геокриологических условий и их природных и техногенных изменений, необоснованного переноса технических решений с объекта на объект, происходят многочисленные деформации сооружений, иногда даже аварийного характера. Особенно это относится к внутри- и межпромысловым коммуникациям, деформации которых отмечены на Медвежьем, Ямбургском, Уренгойском и других месторождениях.

Для обеспечения проектирования сооружений апробированными техническими решениями по основаниям и фундаментам и способами их устройства необходима разработка набора фундаментов для различного типа сооружений по назначению и конструктивным особенностям, используя который могут применяться наиболее эффективные фундаменты для конкретных сооружений в конкретных инженерно-геокриологических условиях.

Для каркасных зданий с технологическим оборудованием - это свайные фундаменты из металлических свай, рамно-пространственные большепролетные ростверки и др. Для вспомогательных сооружений и блок-боксов - целесообразно использовать малозаглубленные и поверхностные фундаменты, совмещающие несущие и охлаждающие функции. Для внутрипромысловых и межплощадочных трубопроводов - эффективными являются противоположные фундаменты и регулируемые опоры.

Также необходима разработка набора способов упрочнения и стабилизации грунтов оснований, из которого могут при проектировании выбираться наиболее эффективные.

В настоящее время для охлаждения пластичномерзлых и промораживания талых грунтов наибольшее распространение получили термостабилизаторы вертикальные, наклонные, горизонтальные различных конструкций.

Наличие на объектах строительства слабых грунтов (засоленных, льдистых, талых тиксотропных) требует разработки способов их упрочнения. В этом направлении перспективно применение георешеток, армирования, упрочняющих добавок. Это направление развивается пока крайне слабо.

Существенные деформации ненагруженных фундаментов (опоры трубопроводов, эстакады) связаны с морозным пучением. Для предотвращения выпучивания свай сейчас, в основном, используется увеличение их длины, что не экономично, да и не всегда эффективно. Необходимы разработки: по уменьшению воздействия сил морозного пучения, например, применение греющих элементов, противоположных добавок и т.д., и по повышению сил, удерживающих сваю в грунте, путем охлаждения мерзлых грунтов, увеличения смерзания, повышения вертикальных нагрузок и т.д.

Наибольший эффект с точки зрения эксплуатационной надежности и снижения стоимости сооружений могут дать управляемые системы оснований и фундаментов, которые позволяют на всех этапах строительства и эксплуатации управлять состоянием грунтовых оснований и устойчивостью конструктивных элементов фундаментов. В этом направлении перспективно, в первую очередь, управлять температурным режимом грунтов в процессе эксплуатации, например, с помощью греющих или охлаждающих элементов.

На сильнольдистых вечномерзлых грунтах и подземных льдах необходимо соблюдать

расчетный тепловой режим грунтов. Расчетный тепловой режим грунтов следует обеспечивать правильной эксплуатацией зданий и сооружений, которая предусматривает сохранение низких температур этих грунтов путем ограничения зоны оттаивания следующими способами: 1) круглогодичной естественной вентиляцией (или вентиляцией с механическим побуждением) холодных подпольев; 2) устройства холодных первых этажей; 3) охлаждением грунтов специальными трубами и каналами; 4) установкой саморегулирующихся охлаждающих устройств.

Для предохранения деформаций вечномерзлых грунтов у зданий и сооружений необходимо, чтобы толщина теплоизоляционной подсыпки соответствовала расчетной. Для сохранения теплоизоляционной подсыпки в эксплуатационной пригодности необходимо обеспечивать: свободный сток поверхностных вод; расстояние от цоколя эксплуатируемого здания и сооружения до бровки подсыпки не менее 3 м; крутизну откосов подсыпки из крупноблочных грунтов не менее 1:1,50, из песков 1:1,75, из шлаков 1:20.

При оттаивании вечномерзлых грунтов в процессе эксплуатации деформации оттаивающего основания не должны превышать предельной величины, установленной СНиП II-15-74.

Соблюдение условий сохранения температурного режима вечномерзлых грунтов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений позволяет обеспечить долговечную и безаварийную эксплуатацию объектов.

ПЛАВАЮЩИЕ ФУНДАМЕНТЫ

Киреева Е.Г. - студент -71, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Проблема устройства надежных экономичных фундаментов приобретает все большую остроту в связи с интенсивным ростом городов и максимальным использованием территории. А достигнуть этого можно лишь повышая этажность зданий. Причем возводить высотные сооружения часто приходится на участках, которые ранее считались непригодными для строительства. До недавнего времени именно геологические и гидрологические условия определяли застройку и архитектурный облик городов.

Расчёт и проектирование фундамента всегда должен проводиться исходя из множества факторов и, конечно же, учитывая природные и климатические условия. В первую очередь при проектировании фундамента под здание следует обратить внимание на рельеф местности и характер ее грунтов.

Для примера можно взять такой вариант, когда здание будет стоять на песчаных, глинистых или суглинистых грунтах. Практически вся территория нашей страны покрыта именно ими. Они пропускают влагу, могут оседать и размываться. А при низких температурах, в зимнее время, влага, которая впиталась, замерзает. Возникает эффект «вздутия». Другими словами – на фундамент дома действуют силы морозного пучения.

Такая картина наблюдается когда уровень грунтовых вод выше, чем глубина промерзания в районе строительства фундамента. В результате получаются довольно неприятные последствия: зимой, когда вода замерзает и превращается в лед, здание приподнимается, а весной, когда лёд тает, фундамент дома опускается. Сила воздействия на фундамент может быть достаточно велика; перекошенные крыльца, террасы, веранды, иногда и стены домов – результат морозного пучения грунтов. Особенно сильны такие воздействия грунта на фундамент в водонасыщенных глинах, суглинках, супесях, мелких и пылеватых песках. Вертикальные сезонные перемещения поверхностного грунта (если земля промерзает на 1-1,5 м) могут составлять 10-15 см. Многие застройщики полагают, что они могут спастись от сил пучения, если будут закладывать фундамент ниже уровня промерзания грунта, а глубокое заложение подошвы придаст большую устойчивость, и дом станет более надежным. Но не тут то было. Иногда природа находит лазейки и здесь вертикальные силы пучения действительно перестают действовать на фундамент и толкать его вверх. Но существуют еще и каса-

тельные силы того же пучения. Они могут действовать на боковые поверхности фундаментов.

Но самый неприятный момент заключается в том, что этот процесс всегда происходит неравномерно, чем и объясняется перекос конструкций дома, появление трещин в фундаменте, необходимость его реставрации и, как следствие, повышение изначальной цены фундамента и самого здания.

Как видно, одной из главных проблем для строителя является проблема преодоления опасного воздействию сил морозного пучения, просадки, что особенно свойственно для большинства районов застройки в нашей стране. Словом, нужен метод, который бы позволял строить, не боясь осадки и колебания фундаментов. И такой метод в арсенале строительной технологии появился.

Именно метод «плавающего фундамента» и стал в практике современного строительства той прогрессивной технологией, которая позволяет в сложных геологических и гидрологических условиях возводить сооружения, не опасаясь их осадки и повреждений.

Плавающие фундаменты сооружают на тяжелых пучинистых и просадочных грунтах. Такие фундаменты фактически являются разновидностью мелкозаглубленных ленточных, но имеют жесткую конструкцию - одну плиту, выполненную под всей плоскостью здания. Плита эта выполняется либо из монолитного железобетона, либо из сборных перекрестных железобетонных балок с жесткой заделкой стыковых соединений.

Такие фундаменты, двигаясь вместе с грунтом, хорошо выравнивают все вертикальные и горизонтальные перемещения последнего и потому называются еще "плавающими". Их устройство требует большого расхода бетона и металла, но экономит затраты на полы.

Монолитную плиту возводят из монолитного железобетона с целью придания фундаменту пространственной жесткости. Необходимость в этом возникает при строительстве на неравномерно- и сильно сжимаемых грунтах, например, на насыпных (песчаных подушках, слежавшихся свалках, сильно пучинистых грунтах и т. п.). К таким фундаментам применяют термин "плавающий".

Устройство такого фундамента требует серьёзных земляных работ, поэтому и общая стоимость монолитной плиты фундамента высока. К тому же большой расход строительного материала – бетона, арматуры. Плитные плавающие фундаменты являются самой надежной, простой и в то же время самой дорогостоящей технологией из-за большого расхода материалов.

Достоинства и недостатки «плавающих фундаментов». Безусловно, достоинств у данного типа фундаментов множество. И главное из них – это возможность строить здания и сооружения в сложных геологических условиях: на слабых грунтах, при высоком уровне залегания грунтовых вод, где другие виды фундаментов прослужат недолго и некачественно. Но наряду с достоинствами есть, пожалуй, единственный и очень неприятный недостаток: производство фундамента плитного типа связано с чрезмерно большим расходом строительных материалов (бетон и арматура) и может быть целесообразно при строительстве компактных в плане строений. Сама плита в подобных строениях применяется в качестве пола. Наиболее часто применяемыми вариантами этого основания являются подсобные помещения, бытовки, гаражи, бани. Для конструкций более сложной схемы чаще возводят фундаменты в виде перекрестных плит с добавлением стальных перекрестных полос. Но очень высокая цена – это надежная страховка от того, что не придется заплатить еще большую цену при необратимых последствиях неправильного выбора фундамента.

МОРОЗНОЕ ПУЧЕНИЕ ГРУНТОВ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ

Лобанова Е.Г. - студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Достаточно часто после окончания зимнего сезона на фасадах и цоколях зданий появляются трещины, перекашиваются дверные коробки или появляются щели в оконных рамах. Причиной этих неприятностей в большинстве случаев является подвижка оснований фундаментов, вызванная силами морозного пучения грунта, которые возникают в результате увеличения объема грунта при его замерзании.

Пучинистыми называют грунты, которые при промерзании и переходе в мерзлое состояние обладают свойством увеличивать свой объем вследствие замерзания в них воды и образования ледяных включений в виде прослоек, линз, поликристаллов и т. п. При последующем оттаивании в этих грунтах протекает обратный процесс, сопровождающийся их осадкой, разуплотнением и снижением несущей способности. Практически все грунты (кроме скальных) могут подвергаться морозному пучению, но в наибольшей степени этот недостаток присущ глинистым грунтам (суглинки, глины, супеси, мелкие и пылеватые пески), а также пескам, содержащим пылевато-глинистые частицы. Пески гравелистые, крупные и средние, не содержащие пылевато-глинистых частиц, считаются непучинистыми. Главной причиной морозного пучения грунтов является наличие в них свободной воды, способной переходить в лед при промерзании. Основные мероприятия по снижению пучения грунтов оснований, прежде всего, должны быть направлены на снижение их влажности, а также к недопущению полного водонасыщения грунтов как в зоне их промерзания, так и на 3 м ниже этой зоны.

Существует множество способов борьбы с пучинистыми грунтами как традиционных, так и новых. Разработка новых способов активно ведется в настоящее время. К традиционным методам относятся: понижение уровня грунтовых вод, предохранение грунтов от насыщения водами. При строительстве не следует допускать утечек воды от повреждения временного или постоянного водопровода. В целях уменьшения сил пучения и предупреждения деформаций фундаментов вследствие смерзания пучащихся грунтов с боковой поверхностью фундаментов необходимо:

- применять полную или частичную замену пучинистого грунта непучинистым;
- уменьшать площадь смерзания грунта с поверхностью фундаментов;
- заанкеривать фундаменты в слое грунта ниже сезонного промерзания;
- снижать глубину промерзания грунта возле фундаментов с помощью проведения теплоизоляционных мероприятий..

Эти мероприятия дают возможность уменьшить воздействие сил морозного пучения, но не ликвидировать их причину. Исключить морозное пучение грунтов позволяет устройство теплоизоляции вокруг здания. Сущность этого способа заключается в том, что находящийся около здания грунт защищается теплоизоляционными материалами от промерзания и тем самым ликвидируется причина, вызывающая морозное пучение. Немаловажное значение имеет тот факт, что предлагаемая технология может быть реализована как при возведении новых домов, так и в процессе эксплуатации существующих построек, причем размещение теплоизоляционного материала по периметру здания позволяет не только защитить грунт от промерзания, но и утеплить подвальные помещения

Физико-химические противопучинные мероприятия сводятся к специальной обработке грунта вяжущими и стабилизирующими веществами. Гидрофобизацию грунтов производят посредством обработки его экологически чистым веществом (полимером) при определенных гидротермических условиях. Опытные работы показали, что обработка минеральных материалов, и, прежде всего, грунтов, водным раствором разных активных примесей приводит к формированию крепких структур, как грунтов, так и минеральных материалов, особенно в тех случаях, когда минеральные смеси и грунты имеют не меньше 15% по массе тонкодис-

персной фракции частиц. На данный момент таких стабилизаторов разработано немало количество видов:

- стабилизаторы грунта Consolid и Solidry, «Дорзин» - препарат растительного происхождения, получаемый путём ферментативного расщепления свёклы);

- стабилизаторы LBS и M10+50 - применяются в дорожном и аэродромном строительстве);

- химические добавки CONSOLID 444 и SOLIDRY - обеспечивает в агломерацию грунта, особенно, безвозвратно объединяя мелкие частицы и таким образом уменьшая эффективную поверхность грунта и, значительно уменьшая подъём капиллярной воды. Добавка SOLIDRY - дополнительный продукт к CONSOLID 444, он усиливает защиту от воды, блокируя капилляры. С другой стороны, поверхностной воде также создаётся барьер для проникновения через обработанный слой. Это сухой продукт и поэтому имеет преимущества в случаях высоковолажностного содержания в грунте, который подлежит обработке, а также в областях с частыми наводнениями или для грунтов с высоким содержанием соли. CONSOLID 444 – жидкий продукт. Он должен быть разведен водой для получения рабочих растворов на строительном участке в зависимости от фактического влажностного содержания грунта. SOLIDRY применяется в сухом виде, что дает преимущества в случае высокого влажностного содержания в грунте, когда внесение водных растворов может создать проблемы при уплотнении. Стабилизаторы показывают позитивные результаты от совместного их использования с традиционными вяжущими, что подтверждено практическими результатами при капитальном ремонте асфальтобетонных покрытий по технологии холодного ресайклинга.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Невзоров С.С. - студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

О понятии «морозного пучения грунтов» В.О.Орлов (1977 г.) дает определение следующего содержания: «Под морозным (криогенным) пучением понимается внутриобъемное деформирование промерзающих влажных почв, нескальных горных пород и грунтов, приводящее к увеличению их объема вследствие кристаллизации в них воды и образования ледяных включений в виде прослоек, линз, поликристаллов и т. п. Внешним проявлением морозного пучения служат местные, как правило, неравномерные поднятия поверхности слоя промерзающего грунта, сменяющиеся осадкой последнего при оттаивании».

В данном определении уточняются пределы геологических образований, в которых наблюдается морозное пучение. Кроме того, Орловым дано более широкое понятие («объемное деформирование»), охватывающее структурные изменения в грунте в результате пучения.

Более краткое определение дано Б.И.Далматовым (1978 г.): «Морозным пучением называется увеличение объема грунта при промерзании в результате перехода воды в лед и миграции влаги к фронту промерзания. Пучинистыми обычно называют грунты, которые при промерзании в условиях естественного залегания способны увеличиваться в объеме». Таким образом, Б. И. Далматов дает дополнение к определению пучинистых грунтов, но применительно к практике строительства.

В «Руководстве по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах» «пучинистыми (морозоопасными) грунтами называются такие грунты, которые при промерзании обладают свойством увеличивать свой объем при переходе их в мерзлое состояние. Изменение объема грунта обнаруживается в природных условиях в поднятии дневной поверхности в процессе промерзания и опускании ее при оттаивании. В результате этих объемных изменений происходят объемные деформации, что и наносит повреждения основаниям, фундаментам и надфундаментному строению зданий и сооружений».

В зависимости от гранулометрического состава, природной влажности, глубины залегания уровня грунтовых вод и расчетной глубины промерзания грунтов по классификации

грунты подразделяются на пять разновидностей: сильнопучинистые, среднепучинистые, слабопучинистые, условно непучинистые и непучинистые. Так, пылеватые супеси, суглинки и пылеватые глины пластичной консистенции при расположении уровня грунтовых вод в слое сезонного промерзания или ниже нормативной глубины промерзания в супесях не более чем на 0,5 м, а в суглинках и глинах не более 1 м относятся к наиболее морозоопасным сильнопучинистым грунтам. К практически непучинистым относятся: крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые и все виды глинистых грунтов твердой консистенции с природной влажностью в период промерзания меньшей, чем влажность на границе раскатывания при уровне грунтовых вод ниже нормативной глубины промерзания: в крупнообломочных, пылеватых и мелкозернистых песках более чем на 1 м, в супесях — более чем на 1,5 м, в суглинках (с числом пластичности меньше 0,12)— более чем на 2 м, в суглинках (с числом пластичности более 0,12) на 2,5 м и в глинах с числом пластичности меньше 0,28 — более чем на 3 м.

Морозное пучение грунтов в основании сооружений опасно не только при устройстве фундаментов, но и в период возведения надземных конструкций. Особенно опасно проявление морозного пучения грунтов в дорожном строительстве, когда в результате оттаивания мерзлого земляного полотна грунт, подстилающий дорожную одежду, превращается в подвижную текучую массу, что приводит к проломам дорожной одежды. Поэтому при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений на пучинистых грунтах необходимо применять мероприятия, предотвращающие проявление морозного пучения грунтов.

По технологии устройства противопучинные мероприятия подразделяют на инженерно-мелиоративные, строительско-конструктивные и термохимические.

Основные мероприятия по устранению морозного пучения грунтов в дорожном строительстве в зависимости от генетического характера увлажнения грунтов:

1. Гидрологические пучины, связанные с высоким стоянием грунтовых вод – увеличение высоты насыпи; устройство дренажей; замена грунтов на непучинистые; устройство капиллярпрерывающих прослоек в основании насыпей; дренирующие прослойки в дорожной одежде или верхней части насыпи; усиление конструкции дорожной одежды, в т. ч. армированием.

2. Температурные пучины, связанные с перемещением грунтовых вод к зоне промерзания грунта - теплоизолирующие прослойки в дорожной одежде или верхней части насыпи; введение солей, понижающих температуру замерзания и препятствующих перераспределению влаги при замерзании; устройство дренажей и усиление конструкции дорожной одежды.

3. Поверхностные пучины, связанные с длительным стоянием поверхностных вод, обильным выпадением атмосферных осадков и их проникновением через трещины покрытия в грунт земляного полотна в осенне-весенний период, плохой организацией работ по снегоочистке дорог. В этом случае рационально применять гидроизоляцию обочин; дренаж верхней части земляного полотна; усиление конструкции дорожной одежды армированием; очистку и планировку кюветов, устройство отводных канав; гидроизоляцию нижней или верхней частей насыпей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Попов Д.Е. - студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Вследствие того, что большинство грунтов являются слабопрочными и сильносжимаемыми, исключается возможность использования фундаментов мелкого заложения, появляется необходимость использования свайных фундаментов. Применение традиционных технологий буронабивных и забивных свай имеет ряд недостатков, ограничивающих их использование в строительстве:

- сильное сейсмическое воздействие на близлежащие здания и сооружения (буронабивные сваи с камуфлетным уширением, создаваемым взрывчаткой);
- необходимость использования громоздкого оборудования – копров (устройство забивных свай).

Наличие данных недостатков привело к развитию технологии разрядно-импульсного устройства свайных фундаментов. Данная технология позволяет:

- свести к минимуму сейсмическое воздействие на близлежащие здания и сооружения;
- исключить использование громоздкого оборудования;
- увеличить несущую способность свай;
- существенно удешевить стоимость свайных фундаментов.

Сущность разрядно-импульсной технологии устройства свайных фундаментов заключается в том, что на строительной площадке бурится скважина, заполняется бетонной смесью, после заполнения до необходимого уровня, подгоняется ГИТ (генератор импульсных токов) и в бетонную смесь опускают электроды, в течение некоторого времени накапливается электрический ток и в смеси создаётся очень высокая плотность энергии - до 10^9 Дж/м³, в момент пробоя образуется разряд, давление и температура в котором достигают 10¹³ Па и 10.0000⁰ С. Разряд развивается, преобразуясь в полость. Процесс протекает быстро, и бетонная смесь не нагревается. Порожденная электровзрывом ударная волна и, получившая мощный импульс кинетической энергии, бетонная смесь, воздействуют на окружающий массив, где кинетическая энергия расходуется на деформацию грунта. Давление в полости падает и бетонная смесь под действием сил гравитации заполняет полость.

Разрядно-импульсная технология была известна довольно давно, но имевшееся на тот период оборудование не позволяло в полной мере раскрыть все плюсы этой технологии. Технология имела существенные недостатки: оборудование было колоссальных размеров; зона безопасности, при возведении свай превышала 9 метров; был велик риск получения поражений электрическим током.

С развитием науки и техники появилась возможность уместить все оборудование на машине типа «газель»; вследствие ограничения величины накапливаемого тока, зону безопасности удалось уменьшить до минимальных размеров, что позволило на небольшой площади использовать несколько ГИТов (генераторов импульсных токов); риск поражения электрическим током также сведён к минимуму.

Данная технология имеет очень широкие перспективы развития, особенно в крупных городах с высокой плотностью застройки. В больших городах под землёй находится огромное количество инженерных сетей и коммуникаций, а разрядно-импульсная технология позволяет закладывать сваи с ювелирной точностью. Кроме того сваи РИТ имеют очень высокую несущую способность, что позволяет строить на их основе высотные здания, появляется возможность усиливать фундаменты существующих зданий и сооружений, что особенно актуально при реставрации памятников архитектуры, где нельзя усилить фундамент традиционными методами.

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ

Ракитин Д.С. - студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В данной работе рассмотрены новые методы анализа микроструктуры, позволяющие не только увидеть тончайшие минеральные частицы, их взаимное расположение, характер контактов между ними, поры, микротрещины, но и дать количественную оценку основным микроструктурным показателям, которые в основном и определяют свойства горных пород. Методы микроструктурных исследований с использованием растровых электронных микроскопов (РЭМ) разделяются на планиметрические и стереометрические.

В основе планиметрических методов лежит изучение плоских сечений образца: шлифов (тончайшие пластинки горных пород толщиной в несколько десятков микрон, отполирован-

ные с обеих сторон), аншлифов (кусочки горной породы, отполированные с одной стороны), плоских сколов. При этом характеристики микроструктуры определяются с помощью измерений, проводимых на плоскости наблюдения.

Важным условием успешного проведения количественного анализа микроструктуры по РЭМ-изображениям является корректная подготовка образцов и выбор оптимальных режимов работы РЭМ. При проведении количественного анализа микроструктуры горных пород должны выполняться следующие основные требования:

1. Подготовка образцов для анализа не должна искажать их реальную микроструктуру.
2. Необходимо выбирать такой режим работы РЭМ, который обеспечит получение изображений, с одной стороны в максимальной степени отражающих истинную микроструктуру образца, а с другой - отвечающих формальным требованиям анализа, то есть получению бинарного (черно-белого) изображения.
3. Для распространения количественных результатов, полученных по одному "точечному" определению на весь образец, его микроструктура должна оставаться однородной.
4. Для получения достоверных количественных показателей микроструктуры горных пород по их РЭМ-изображениям необходимо использование корректного алгоритма, учитывающего специфику анализируемых образцов и позволяющего проводить оценку размера, формы и ориентации структурных элементов во всем диапазоне встречаемых размеров, то есть при разных увеличениях.

Стереометрический метод: в соответствии с основным принципом стереологии (принцип Кавальери-Акера-Глаголева) для однородных структур пористость, измеренная по плоскому случайному сечению, должна соответствовать объемной пористости. Большая глубина фокуса и высокая разрешающая способность РЭМ позволяют эффективно использовать стереоскопическую съемку для получения объемного изображения микрорельефа исследуемой поверхности. При этом используются полутонные изображения, получаемые в режиме вторичной электронной эмиссии.

Общая характеристика исследований с помощью растровых электронных микроскопов: широко применяемые сканирующие электронные микроскопы позволяют качественно и количественно оценивать на мезо- и микроуровне как текстурные признаки грунтов, так и их морфометрические особенности.

Для каждого исследуемого образца грунта определяются количественные показатели микроструктуры в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а также характеристики гранулометрического и микроагрегатного состава грунта различной влажности. Результаты микроструктурных исследований позволяют получать важную информацию, объясняющую поведение грунтов и проявление их свойств, а также выявлять корреляционные зависимости морфометрических параметров микроструктуры, микроагрегатного состава и деформационных характеристик грунтов.

Развитие современных методов изучения микроструктуры открывает новые перспективы в познании природы формирования свойств горных пород. С помощью анализа РЭМ-изображений стало возможным по образцам малого размера быстро и надежно определять количественные показатели микроструктуры и устанавливать тип микроструктуры породы. Все это позволяет исследователям решить главную задачу - создать адекватную математическую модель, позволяющую на основании данных анализа РЭМ-изображений поверхности образца породы оценить инженерно-геологические свойства горных пород и дать прогноз их изменения под влиянием различных природных и техногенных воздействий.

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ И МЕТОДЫ УСТРОЙСТВА СЕЙСМОУСТОЙЧИВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Сибирякова Е.В.- студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Фундамент (от лат. *fundamentum*) - подземное (подводное) основание для домов, зданий и сооружений, которое изготовлено, как правило, из бетона, камня или дерева. Служит неотъемлемой частью здания и является основной несущей конструкцией, главная функция которой заключается в передаче нагрузки от стен и крыши на основание.

Одним из важнейших условий устойчивости зданий в сейсмических районах является возведение их на прочном фундаменте. В этом случае лучше применять сплошной монолитный фундамент в виде железобетонной плиты или монолитные железобетонные ленточные фундаменты.

Малопригодными для строительства считаются участки, подверженные обвалам и оползням, имеющие геологические деформации, занятые болотами, озерами и рыхлыми грунтами, насыщенными водой, крутые косогоры, за исключением участков со скальными породам.

Подавляющее большинство землетрясений возникает в результате тектонических процессов. Для обеспечения достаточной надежности зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, прежде всего необходимо знать силу землетрясения, которую обычно оценивают по общему разрушительному эффекту, характеризуемому сейсмическими баллами по соответствующей шкале.

Еще около 10 года до н.э., во времена императора Августа, будущий император Тибериус, по сообщению Светония, "поддержал перед сенатом просьбу городов Лаодикеи, Фиатир и Хиоса, пострадавших от землетрясения и умолявших о помощи". Между тем причины, вызывающие разрушения сооружений и человеческие жертвы, могут быть разнообразны. Так, землетрясение Кванто 1923 года, разрушившее Токио и Йокогаму, сопровождалось пожарами, которые и вызвали огромное число жертв. Отчего же это происходит?

Сейсмический толчок вызывает низкочастотные колебания сооружений. Поскольку они обладают большой массой, то при колебаниях возникают значительные силы инерции, в результате чего в различных местах конструкций генерируются высокие механические напряжения (сжатия-растяжения и сдвига), которые могут превысить прочность материала в том или другом месте и привести к повреждениям или даже к обрушению всего сооружения. Поэтому в сейсмичных районах возводятся здания с антисейсмическим усилением в уязвимых местах конструкции. Проектирование осложняется тем, что в зависимости от спектра толчка, угла подхода волн к поверхности, типа и жесткости сооружения, формы и глубины заложения фундамента и других факторов могут одновременно возбуждаться разные пространственные формы (или моды) колебаний как сооружения в целом, так и его конструктивных частей. Очевидно, что на колебания сооружения влияют и грунты, на которых оно стоит. Важнейшей задачей при расчете колебательной системы сооружение-основание по всем модам является прогноз ее резонансных частот и пиковых амплитуд смещения, рассматриваемых как предельные - самые неблагоприятные условия работы сооружения. Для этой задачи определяются некоторые характеристики грунта, такие, как его динамические модули сжатия и сдвига, коэффициент затухания, а в зависимости от них для расчетов принимается одна из возможных моделей поведения грунтового основания.

Однако коварство многих рыхлых увлажненных грунтов (песков, глин, суглинков, то есть таких, которые обычно залегают с поверхности земли) заключается в способности менять свои механические свойства при прохождении через них упругих волн. При прохождении упругой волны возбуждаются колебания частиц грунта с разными скоростями и часть контактов (тем большая, чем выше энергия волны) разрывается. В результате прочность грунта заметно (иногда в несколько раз) снижается, а стоящее на нем сооружение может осесть вглубь, перекошиться или опрокинуться. Некоторые водонасыщенные грунты (в осо-

бенности мелкие рыхлые пески) могут даже разжижаться при достаточно сильном сейсмическом воздействии: при исчезновении непосредственного контакта между песчаными зернами они в какой-то момент оказываются как бы взвешенными во вмещающей их воде.

В результате сейсмическое разжижение грунтов обычно сопровождается тяжелыми авариями даже сейсмостойких сооружений: здания успевают "утонуть" или перекосяться, дороги разрываются на поверхности разжиженных отложений, а подземные емкости с горючим, наоборот, всплывают на поверхность, затопленную невесть откуда взявшейся грязной водой.

Надежность фундаментов во многом определяет сейсмостойкость здания. Наиболее устойчивыми при сейсмических воздействиях являются ленточные и сплошные фундаменты. Поэтому, например, для зданий повышенной этажности рекомендуют устраивать фундаменты в виде перекрестных лент или сплошных плит. Более надежны монолитные фундаменты, но могут быть использованы и сборные.

Глубину заложения фундаментов в грунтах I и II категории по сейсмическим свойствам принимают, как правило, такой же, как для фундаментов в несейсмических районах. При грунтах, относимых по сейсмическим свойствам к III категории, а также при строительстве на вечномерзлых, просадочных грунтах и в других особых грунтовых условиях глубину заложения фундаментов назначают с учетом мероприятий по дополнительной подготовке основания.

Для зданий высотой более пяти этажей следует увеличивать глубину заложения фундаментов путем устройства подвалов под всем зданием. В отличие от несейсмических районов все фундаменты здания или его отсека заглубляют до одного уровня. При устройстве подвала его проектируют также под всем зданием или его отсеком.

Сопряжение сборных железобетонных колонн с фундаментами следует выполнять путем замоноличивания колонн в стаканах фундаментов.

Существует множество примеров строительства фундаментов в сейсмичных районах. Археологи обнаружили следы древних сооружений неподалеку от города Скопле, столицы Македонии. Эти сооружения строились на уложенных крест-накрест бревнах. Это позволяло создавать своеобразный «качающийся» фундамент, который спасал жилища от частых землетрясений.

После разрушительного землетрясения в Мессине в течение многих лет итальянскими властями разрешалось строить дома исключительно в два или три этажа, с железобетонным каркасом. А самое удивительное, что непременно отмечают специалисты, - фундамент, вернее, отсутствие фундаментов. Огромные бетонные блоки засыпают слоем песка в несколько сантиметров, а поверх кладут плотную плиту. В случае землетрясения вся «коробка» в буквальном смысле может скользить на основании.

Современные строители нередко учатся у своих знаменитых предшественников. В Скопле построено сейсмостойкое бетонное здание школы. Конструкция здания такова, что в случае землетрясения здесь буквально не разобьется ни од стекло. При строительстве этого здания на фундамент был положен венец из бревен, на котором возвели само здание. После этого здание приподняли специальными подъемниками и удалили бревна. Их место заняли 54 резиновые прокладки, на которые и было опущено здание. Толщина прокладки 35 см.

В Куала-Лумпуре, столице Малайзии, построен дом, который является, как говорят, дальним родственником башмаку. Сходство - в подошве. Она изготовлена из кусков натурального каучука размером 60x60 и толщиной 30 см. «Каучуковая подошва» - своеобразный фундамент здания, призванный защитить постройку от землетрясений. В этих местах землетрясения - частые явления, а каучуковый фундамент смягчает колебания почвы и спасает здание от разрушения. Малазийские строители считают «каучуковую подошву» весьма надежным и перспективным фундаментом.

Инженер французского Национального бюро стандартов Уильям Стоун заявил, что стоимость сооружения сейсмостойких зданий возрастает пропорционально увеличению силы возможного землетрясения. Здание, рассчитанное на землетрясение силой 7 баллов по шкале

Рихтера, которое в 10 раз разрушительнее землетрясения силой 6 баллов по той же шкале, стоит в 10 раз дороже здания, рассчитанного на землетрясение силой 6 баллов.

Мы не умеем надежно предсказывать место, время и силу землетрясений, а наша оценка вероятности будущих толчков, особенно сильных, во многих регионах оказывается далека от реальности. Это усугубляется быстрым ростом городского населения, особенно в развивающихся странах, где и качество проектов строительства, и соблюдение строительных норм, и надежность оценки сейсмической опасности очень низки.

Разрушение современных надежных сооружений при землетрясении обычно связано не с низким качеством строительства, а с неблагоприятным поведением рыхлых грунтов основания и вызывается эффектами: а) избирательного усиления колебаний определенных частот; б) разжижением грунтов или частичной потерей их прочности; в) возникновением оползней на склонах, в том числе и в результате разжижения грунтов. Дополнительные сложности создают пока еще плохо поддающиеся аналитическому рассмотрению особенности взаимодействия колеблющегося сооружения с грунтами его основания. Решением этих важных и интересных проблем и занимается современная динамика грунтов.

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Синицын А.А.- студент, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Закрепление грунтов - это искусственное преобразование строительных свойств грунтов, используемых в строительстве, различными физико-химическими способами в условиях их естественного залегания.

Искусственное преобразование грунтов предполагает увеличение их прочности, устойчивости, уменьшение водопроницаемости, сжимаемости, а также ослабление чувствительности природной прочности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности.

Рациональное применение физико-химических способов закрепления грунтов на современном уровне их развития решает следующие вопросы строительной практики:

- усиление фундаментов под существующими сооружениями;
- строительство промышленных и гражданских сооружений на просадочных грунтах;
- вскрытие насухо котлованов в водонасыщенных грунтах;
- проходка подземных выработок;
- создание противofильтрационных завес в аллювиальных грунтах в связи со строительством на них высотных земляных и каменно-набросных плотин;
- защита бетонных сооружений (фундаментов) от вредного влияния агрессивных грунтовых вод нагнетанием (инъекцией) в грунты затвердевающих химических реагентов, а также введением специальных противокоррозионных добавок в грунты обратной засыпки;
- увеличение несущей способности свай и опор большого диаметра с последующим закреплением грунта ниже их конца.

В зависимости от требований, предъявляемых к закрепленному грунту, можно выделить две категории способов:

- быстро и прочно закрепляющие грунты. К ним относятся двухрастворная силикатизация, однорастворная силикатизация с применением кремнефтористоводородной кислоты, однорастворная силикатизация лессов, смолизация и инъекция цементно-глинистых растворов;
- придающие грунтам водонепроницаемость и малую прочность. К ним относятся случаи использования глиносиликатных, глиноалюмосиликатных и силикатных тампонажных растворов.

Закрепление осуществляется нагнетанием в грунт под давлением через скважины-инъекторы маловязких химических растворов, а также воздействием на грунт электрического тока, нагреванием и охлаждением. Химические растворы с течением времени затвердевают, превращая водонепроницаемый грунт в камень.

Основным критерием, необходимым при выборе способа закрепления грунтов, является

их проницаемость, характеризующаяся коэффициентом фильтрации. Чем меньше коэффициент фильтрации грунта, т. е. чем меньше его проницаемость, тем труднее осуществлять инъекцию химических растворов. Поэтому инъекции легко поддаются трещиноватые, кавернозные несвязные грунты с достаточно высоким коэффициентом фильтрации и практически исключаются глины и илы, проницаемость которых ничтожно мала.

Для того чтобы инъекция стала возможной, необходимо соблюдать строгое соотношение между размерами частиц раствора и инжецируемой среды. Это соотношение соответствует полному пропитыванию среды и основывается не только на проницаемости первой, но и на вязкости применяемых химических растворов: чем меньше вязкость, тем выше их проникание. При глубинном закреплении не нарушается естественное сложение грунтов. Для глубинного воздействия на грунты используются указанные выше способы.

Химическое закрепление долговечно и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами (замораживанием, кессонным и др.). Основные преимущества: 1) простота производства работ; 2) портативность применяемого оборудования; 3) короткие сроки выполнения работ; 4) возможность закрепления грунта на любой глубине без проведения каких-либо специальных выработок и земляных работ; 5) вероятность проведения подземных работ без прекращения эксплуатации здания или сооружения.

Для хорошо проницаемых грунтов разработана рецептура цементно-глинистых растворов. Поскольку современный помол цемента не позволяет цементным частицам проникать в поры песков, то закрепляются эти грунты раствором, состоящим из силиката и глины. При этом в зависимости от качества используемой глины границы применимости определяются в соответствии с коэффициентом фильтрации грунтов.

Для прочного закрепления песчаных грунтов разработан способ, основанный на поочередном нагнетании двух растворов: силиката натрия и хлористого кальция. В результате химической реакции между этими двумя растворами в порах песчаного грунта выделяется гель кремневой кислоты, грунт быстро закрепляется, становится водонепроницаемым с прочностью закрепления 1,5-5 МПа, а само закрепление долговечно.

Для мелкозернистых песчаных грунтов, имеющих коэффициент фильтрации 0,5-5 м/сут, разработан способ однорастворной силикатизации с помощью фосфорной кислоты, серной кислоты и серноокислого алюминия, алюмината натрия, кремнефтористоводородной кислоты. При этом способ однорастворной силикатизации с помощью кремнефтористоводородной кислоты более эффективен и дает значительную прочность закрепления порядка 2-4 МПа.

Закрепление мелкозернистых песчаных грунтов карбамидной смолой обеспечивает этим грунтам достаточно высокую прочность закрепления порядка 5 МПа. Способ смолизации успешно применяется в строительстве и в связи с развитием химии и удешевлением исходных для закрепления химических продуктов находит все более широкую сферу применения. Способ смолизации карбонатных песков заключается в использовании для предварительной обработки этих грунтов, а также для гелеобразования растворов, кислот, образующих на поверхности карбонатов защитные пленки, препятствующие нейтрализации отвердителей из карбамидных зольей.

Просадочные лессовые грунты закрепляются с помощью однорастворной силикатизации, в рецептуру которой входит раствор силиката натрия с плотностью 1,13 г/см³. Прочность закрепления 1,6-2 МПа.

Закрепление глинистых грунтов основано на явлении электроосмоса. При вводе в грунт химических растворов глинистому грунту сообщается водоустойчивость и ликвидируется пучинистость. Этот способ применяется для придания устойчивости откосам железнодорожных выемок в глинистых грунтах.

Достаточно новыми являются способы аммонизации и газовой силикатизации. Аммонизация предназначена для закрепления просадочных лессовых грунтов в целях придания им свойств непросадочности при обильном замачивании их в основании зданий. В основу метода положено свойство газообразного аммиака, вводимого в грунт под небольшим давлением через инъекторы, взаимодействовать с его поглощающим комплексом, в результате чего об-

разуется высокодисперсный $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который в свою очередь, реагируя с кремнеземом и коллоидной кремневой кислотой грунта, образует известковистокремнеземистое вяжущее, стабилизирующее грунт.

Газовая силикатизация применима для песчаных и лессовых грунтов. В результате взаимодействия углекислого газа с раствором силиката натрия последний отверждается, что и сообщает грунту прочность и водоустойчивость. Предварительная активизация грунтов углекислым газом повышает прочность закрепления на 25-30% в инертных песках и на 50% в карбонатных песках и лессах.

Выводы: При выборе способов закрепления грунтов необходимо исходить из физико-механических характеристик закрепляемого грунта, а также имеющихся у строительной организации технических возможностей. Большинство из рассмотренных способов закрепления грунтов дороги. Однако для того, чтобы сохранить грунт в основании под сооружением, зачастую целесообразно его закрепить. Закрепленный грунт может выдержать большую нагрузку и передавать ее на большую площадь основания. Кроме того в последующем около закрепленного грунта можно отрывать более глубокие котлованы для вновь строящихся зданий и сооружений.

ФУНДАМЕНТЫ ИЗ КОРНЕВИДНЫХ СВАЙ

Федоренко В.В., Волков Е.В., Гуркович П.С. - студент, Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Основополагающий элемент любого здания – фундамент. Именно он закладывает основу для устойчивости, долговечности и надежности любой строительной конструкции. Для того, чтобы фундамент успешно выполнял свои функции специалистам нужно знать нормативные эксплуатационные требования к ним и возможные конструктивные их решения, а также характеристику фундаментов здания согласно его проекту.

Один из способов работы с фундаментом – это усиление фундамента с помощью корневидных свай.

Учитывая неизбежную неточность в оценке всех действующих на поврежденную конструкцию сил, можно отметить, что все методы укрепления фундаментов существующих сооружений, требующие разработки котлованов и траншей, разборки и восстановления кирпичной кладки стен и т. д., должны применяться с большими предосторожностями.

Многие фирмы широко применяют в строительстве сваи корневидной формы. Сваи, полученные путем бурения скважин диаметром 102 мм, выдерживают эксплуатационную нагрузку не менее 10тс, а при диаметре скважин 219 мм — не менее 30 тс.

Устройство фундаментов из корневидных свай не вызывает в процессе работ какого-либо нарушения статического равновесия в укрепленном сооружении, что особенно важно при наличии близ расположенных зданий, находящихся в ненадежных условиях статики.

Свайные фундаменты корневидного типа повышают устойчивость сооружения, не изменяя первоначальных условий статики и не требуя каких-либо сопутствующих работ по приспособлению существующих конструкций к изменившимся условиям основания.

Новым в способе является то, что корневидные полости образуют из скважины поворотом уплотняющего грунт рабочего органа относительно продольной оси скважины с последующим извлечением его на поверхность через скважину.

Корневидные сваи выполняются вертикальными или наклонными с помощью специальных установок вращательного бурения с большим числом оборотов, которые позволяют пробуривать скважины через выше расположенные конструкции и фундаменты (кирпичную кладку, бетон или железобетон). При этом совершенно не возникает вибрации и толчков, т. е. конструкция не подвергается никаким динамическим воздействиям.

Важной особенностью корневидной сваи по сравнению с обычными бетонными сваями является ее высокое сопротивление трению вдоль боковой поверхности. Это достигается благодаря частичной цементации грунта, находящегося в контакте со свай.

Свая армируется на всю глубину стальной арматурой, придающей жесткость стволу сваи как против сжимающих, так и возможных горизонтальных усилий. Однородный состав раствора и сжатие, которому он подвергается в процессе набивки, придают стволу сваи высокую прочность на сжатие.

Проходя сквозь существующие конструкции, корневидные сваи оказываются непосредственно связанными с сооружением, поэтому такой тип свайного фундамента не требует каких-либо дополнительных конструкций связи с несущими кирпичными стенами, которые трудно выполнимы и эффективность которых бывает сомнительной.

Следовательно, комплекс конструкций самого сооружения и свайного фундамента корневидного типа оказывается в условиях совместной работы при сопротивлении внешним воздействиям.

Система из корневидных свай не требует вспомогательных опор, устройства проемов в стенах, разработки грунта и других подготовительных работ, которые могли бы нарушить уже и так ненадежное статическое равновесие сооружения или удлинить процесс его укрепления.

Наклонные корневидные сваи широко применяются для усиления конструкций в сейсмических районах, где возникают горизонтальные усилия, действующие на подземную часть сооружений.

Также используется применение корневидных свай при повреждении мостов. Следует отметить, что устройство свай может быть начато с проезжей части моста (при весьма ограниченной ее площади) или от опоры или берегового устоя. В последнем случае установки размещаются под пролетами, причем можно производить работы даже при наличии воды между пролетами моста.

Применение системы корневидных свай позволяет успешно разрешать множество сложных проблем, связанных с реконструкцией промышленных установок.

Устройство свайных фундаментов корневидного типа позволяет использовать существующие фундаменты, причем период простоя установок сокращается до минимума, а в некоторых случаях эксплуатация установок вовсе не прекращается. Корневидные сваи, пронизывающие фундамент и заглубленные до коренных пород, обеспечивают устойчивое положение плоскости опирания при достаточной жесткости, уменьшают деформацию и создают условия для работы конструкции в более тяжелом режиме.

В связи с тем, что диаметры корневидных свай небольшие, для их изготовления используют легкие копры, к которым подвешивают буровое оборудование. Особенности устройства корневидных свай в значительной степени способствуют их рациональному применению для укрепления фундаментов зданий, на которые увеличиваются нагрузки (надстройки, оборудование складских помещений и т. д.). Работы ведутся без нарушения устойчивости существующих конструкций и не создают помех для эксплуатации зданий. Свайные работы ведутся в подвальных помещениях, даже весьма низких, а в зданиях без подвалов — в любом месте по длине здания.

Возможность устройства корневидных свай в грунте без каких-либо предварительных выемок позволяет эффективно использовать их для предотвращения образования оползней.

В случае применения корневидных свай до разработки котлована сооружается решетчатая подпорная стена, которая затем образует настоящую подпорную стену, удерживающую стоящее на бровке котлована здание.

Результаты испытаний корневидных свай, выполненных в различных грунтах, показывают их достаточно высокую несущую способность.

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРУЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ

Добровольский А.В.- студент, Амосова Л.Н.– к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Устройство регулируемого фундамента производится для выравнивания деформирующегося здания, также для защиты вновь возводимых зданий от неравномерных осадок.

Регулируемый фундамент это видоизменённая фундаментная и цокольно-подвальная части здания, позволяющие корректировать геометрическое положение здания в пространстве с помощью домкратов. Под устройством регулируемого фундамента понимается комплекс мероприятий, направленных на конструктивное усиление цокольно-подвальной и фундаментной части здания с целью повышения их прочностных и жесткостных характеристик. Данный комплекс мероприятий должен сохранять неизменность внутренней геометрии и основных несущих конструкций здания, при изменениях расчётных схем, связанных с переводом здания на домкратные опоры при подъёме и выравнивании.

Стандартного набора видов регулируемых фундаментов нет, поэтому имеется в виду комплекс конструктивных мероприятий. Это прорезка домкратных проёмов или устройство монолитных железобетонных или металлических поясов; установка в домкратных проёмах столиков, упоров; распределительных разгрузочных и усиливающих элементов. Для эксплуатируемых зданий этот комплекс выполняется перед подъёмом и выравниванием, для вновь строящихся – на стадии проектирования и строительства здания.

При проектировании регулируемого фундамента учитываются комбинации конструктивной схемы здания, цокольно-подвальной части, типа фундамента, также формирование высотной привязки линии отрыва при подъёме здания, прочностные характеристики материалов цокольно-подвальной части, толщины стен в местах установки домкратов и прочее. Также необходимо учитывать грунтовые условия и сейсмичность района застройки, так как эти факторы могут оказать негативное влияние в период подъёма здания.

На основании проведённых работ можно утверждать, что не все конструктивные системы эксплуатируемых зданий и фундаментов допускают непосредственной возможности их выравнивания данным способом. Необходимо произвести необходимые технические операции, направленные на обеспечение надёжности процесса подъёма. Также важно отметить, что при однократной регулировки фундамента, он модифицируется таким образом, что повторное выравнивание осуществляется достаточно просто, так как не демонтируется большая часть необходимых для данной операции элементов.

Использование регулируемых фундаментов на вновь строящихся зданиях должно рассматриваться в проектах при строительстве в сложных грунтовых условиях, т.е. в местах, где велика вероятность возникновения неравномерных деформаций сооружений или они трудно прогнозируются. Также следует отметить, что стоимость устройства регулируемого фундамента на вновь строящихся зданиях значительно ниже, чем на эксплуатируемом объекте. Экономия средств 20%-40%.

Основываясь на опыте устройства регулируемых фундаментов эксплуатируемых зданий можно привести некоторые обобщённые примеры конструктивных решений таких фундаментов.

1) Для домов с гибкой конструктивной схемой- домкратные проёмы устраивают в нижней части цокольной панели, накладные пояса балочного или ферменного типов соединяют с конструкциями цокольно-подвальной части с помощью стальных шпилек, в месте установки домкрата пояса объединяют стальными или железобетонными распределительными элементами.

2) Для домов с жесткой конструктивной схемой - возможно использование опорных столиков и разгрузочных балок в технологических проёмах цокольных панелей либо использование точечных распределительных элементов в домкратных проёмах, либо использование точечных опорных элементов под домкратный пакет по сваям усиления фундаментов.

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Бобров М.А.- студент, Амосова Л.Н.– к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Для повышения несущей способности грунтовых оснований применяют следующие способы искусственного закрепления грунтов: цементацию и битумизацию; химические; термический; электрический; электрохимический; механический и др.

Цементация — это процесс нагнетания в грунт жидкого цементного раствора или цементного молока по ранее забитым полым сваям. Когда процесс нагнетания заканчивается, сваи вынимают. Цементация подходит только для уплотнения крупных и средних песков.

Химическим способом (силикатизацией) закрепляют песчаные и лессовые грунты, нагнетая в них химические растворы.

Термическое закрепление заключается в обжиге лессовых грунтов раскаленными газами, которые подаются в толщу грунта вместе с воздухом через жаропрочные трубы в пробуренных скважинах.

Электрическим способом закрепляют влажные глинистые грунты. Способ заключается в использовании эффекта электроосмоса, для чего через грунт пропускают постоянный электрический ток с напряженностью поля 0,5-1 В/см и плотностью 1-5 А/кв.м. При этом глина осушается, уплотняется и теряет способность к пучению.

Электрохимический способ отличается от предыдущего тем, что одновременно с электрическим током через трубу, являющуюся катодом, в грунт вводят растворы химических добавок (хлористый кальций и др.). Благодаря этому интенсивность процесса закрепления грунта возрастает.

Механический способ укрепления грунтов имеет следующие разновидности: устройство грунтовых подушек и грунтовых свай, вытрамбовывание котлованов и др.

Устройство грунтовых подушек заключается в замене слабого грунта основания другим, более прочным, для чего слабый грунт удаляют, а на его место насыпают прочный грунт и послойно утрамбовывают.

При устройстве грунтовых свай в слабый грунт забивают сваю-лидер. В полученную после извлечения этой сваи скважину засыпают грунт и послойно уплотняют.

Вытрамбовывание котлованов осуществляют с помощью тяжелых трамбовок, подвешенных на стреле крана. Этот способ менее сложен, чем способ грунтовых подушек, поскольку не требует замены грунта основания.

Уплотнение котлованов значительных размеров может осуществляться гладкими или кулачковыми катками, трамбующими машинами, виброкатками и виброплитами.

Силикатизация производится тем же способом, что и цементация грунта. Для того, чтобы закрепить песок, по трубам нагнетают раствор жидкого стекла и хлористого кальция. При закреплении пылеватых песков используют раствор жидкого стекла, смешанный с раствором фосфорной кислоты, а при закреплении лессовых грунтов применяют только раствор жидкого стекла. После завершения нагнетания таких растворов грунты каменеют.

Если же уплотнить грунт по каким-то причинам не представляется возможным, слой слабого грунта заменяют на более прочный. Замененный грунт называют подушкой. Если строится многоэтажное здание, обычно используют подушку из песка средней крупности или крупного.

При устройстве песчаной подушки слабый грунт вынимают на некоторую глубину и заменяют песком, уплотняемым вибрацией с увлажнением. Толщина подушки из песка должна быть рассчитана так, чтобы давление от здания, переходящее на слабый грунт, не превышало его несущей способности.

При строительстве зданий на слабых грунтах искусственные основания уплотняют, уплотняют или же заменяют слабый грунт на более прочный. Уплотнять слабый грунт можно с поверхности на определенную глубину специальными пневматическими трамбовочными машинами. Иногда при этом в грунт добавляют гравий или щебень. Процесс трамбовки так-

же может проходить при помощи трамбовочных плит весом от 2 до 4 тонн. Такие плиты выполняют из чугуна или стали. Если площадь уплотнения слишком велика, используют катки весом 10—15 тонн.

Для трамбовки песчаных и пылеватых грунтов используют поверхностные вибраторы. Такой метод гораздо более эффективен, так как уплотнение грунта идет быстрее. Вибрирование не очень эффективно для глинистых грунтов. Для глубинного уплотнения слабых грунтов используют песчаные или грунтовые сваи. Их уплотняют также цементацией и силикатизацией.

СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Ермоленко А.В., Татаренко Е.А., Штайнепрас А.Н. - студенты,

Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Почти на всей территории нашей страны температура воздуха зимой опускается ниже 0°C. В результате действия отрицательной температуры в течение длительного периода времени грунт с поверхности промерзает, превращаясь в мерзлый. К *вечномерзлым* относятся грунты, находящиеся в мерзлом состоянии в течение многих лет (обычно столетий и даже сотен тысяч лет). На территории Российской Федерации районы вечномерзлых грунтов занимают до 40% площади. Это указывает на важность поисков путей возведения надежных и экономичных фундаментов на мерзлых грунтах. Многочисленные исследования и опыт эксплуатации гражданских и промышленных зданий показали, что свайные фундаменты на вечномерзлых грунтах являются наиболее индустриальными, конструктивно надежными и экономичными в строительстве.

Подлежащие возведению на вечномерзлых грунтах фундаменты сооружений необходимо проектировать на основе результатов инженерно-геокриологических изысканий и исследований, выполненных в соответствии с требованиями действующих СНиП, государственных стандартов и других нормативных документов по инженерным изысканиям.

Мерзлые глинистые грунты обладают высокой прочностью, трудно поддаются механической обработке, но при оттаивании они превращаются в разжиженную массу с малой несущей способностью.

К числу типов свай, применяемых на вечномерзлых грунтах, относят сваи, устанавливаемые в предварительно пробуренные скважины и заполненные грунтовым раствором, сваи, установленные в предварительно оттаянные скважины с заливкой их грунтом, а также сваи, забиваемые в лидерные скважины (бурозабивные) или без предварительной подготовки грунта. Для строительства на вечномерзлых грунтах применяют деревянные, железобетонные и металлические сваи.

Для свайных фундаментов, возводимых по принципу сохранения мерзлого состояния грунтов оснований, на период строительства нужно обязательно бурить температурные скважины для наблюдения за смерзанием свай с грунтом.

Устройство скважин для свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах - одна из самых трудоемких операций, составляющая 70-80% от общих трудозатрат на устройство фундамента объекта. Разработку скважин в мерзлых грунтах ведут машинами канатного, вращательного, ударно-вращательного и термомеханического бурения, а также бурением с помощью трубчатых лидеров (буров), погружаемых сваебойными агрегатами.

Способ бурения скважин выбирают с учетом метода погружения свай. Для погружения свай в скважины с заливкой грунтовым или песчаным раствором, независимо от того, как и чем образованы скважины, оборудование подбирают только с учетом мерзлотногрунтовых условий площадки и возможностей строительной организации. При бурозабивном способе погружения свай необходимы точные размеры скважин для забивки свай в соответствии с требованиями проекта.

Способ погружения свай в вечномёрзлые грунты выбирают с учетом физико-механических свойств грунтов, их среднегодовой температуры, района строительства, времени года, требований к точности погружения свай и т. п.

В условиях низкотемпературных (твердомёрзлых) грунтов целесообразно использовать основания в мерзлом состоянии. Несущая способность свай в них значительно выше, чем в высокотемпературных, а сроки вмерзания свай и начала загрузки фундаментов значительно меньшие.

При устройстве фундаментов на высокотемпературных вечномёрзлых грунтах (в основном пластичномёрзлых) требуется соблюдать особые меры предосторожности и до начала строительства проводить мероприятия с целью понижения температуры грунтов. При устройстве скважин большого диаметра требуется искусственно охлаждать грунт для вмораживания свай, ибо естественное вмерзание их может продолжаться несколько месяцев, что удлиняет сроки строительства.

Процесс погружения свай в оттаянные грунты в два раза дешевле, чем в пробуренные скважины. Но процессом оттаивания грунта трудно управлять: сваи вмерзают неравномерно и медленно.

Вследствие сложности возведения свайных фундаментов на вечномёрзлых грунтах авторский (или заказчика) контроль необходимо вести на всех стадиях производства работ с оформлением промежуточных актов их приемки.

Необходимо соблюдать следующие требования к строительству зданий и сооружений в условиях сохранения режима вечной мерзлоты с проведением мероприятий в зависимости от теплового режима здания, его размеров и назначения, а также от местных грунтовых и климатических условий:

а) размещение зданий и сооружений должно быть по возможности на склонах, обращенных на север; б) устройство фундаментов с проветриваемым подпольем. Эта система фундаментов является наиболее надежной в условиях сохранения режима мерзлоты. Для зданий с тепловыделением высота подполья должна быть от 0,5 до 1,0 м.; в) покрытие поверхности земли в подполье и вокруг здания малотеплопроводными материалами; г) предохранение оснований сооружений от текучих поверхностных и подземных вод.

Специфика условий строительства в условиях вечной мерзлоты предъявляет, во-первых, повышенные требования к детальности и достоверности инженерно-геологических изысканий, а, во-вторых, не позволяет использовать унифицированные технические решения оснований и фундаментов, требуя индивидуального подхода к отдельным площадкам, а часто и к каждому сооружению, которые к тому же различаются по назначению и по конструктивным особенностям. В результате не учета особенностей геокриологических условий и их природных и техногенных изменений, необоснованного переноса технических решений с объекта на объект, происходят многочисленные деформации сооружений, иногда даже аварийного характера. Особенно это относится к внутри- и межпромысловым коммуникациям, деформации которых отмечены на Медвежьем, Ямбургском, Уренгойском и других месторождениях.

Для обеспечения проектирования сооружений апробированными техническими решениями по основаниям и фундаментам и способами их устройства необходима разработка набора фундаментов для различного типа сооружений по назначению и конструктивным особенностям, используя который могут применяться наиболее эффективные фундаменты для конкретных сооружений в конкретных инженерно-геокриологических условиях.

Для каркасных зданий с технологическим оборудованием - это свайные фундаменты из металлических свай, рамно-пространственные большепролетные ростверки и др. Для вспомогательных сооружений и блок - боксов - целесообразно использовать малозаглубленные и поверхностные фундаменты, совмещающие несущие и охлаждающие функции. Для внутрипромысловых и межплощадочных трубопроводов - эффективными являются противоположные фундаменты и регулируемые опоры.

Также необходима разработка набора способов упрочнения и стабилизации грунтов оснований, из которого могут при проектировании выбираться наиболее эффективные.

В настоящее время для охлаждения пластичномерзлых и промораживания талых грунтов наибольшее распространение получили вертикальные термостабилизаторы, наклонные, горизонтальные различных конструкций.

Наличие на объектах строительства слабых грунтов (засоленных, льдистых, талых тиксотропных) требует разработки способов их упрочнения. В этом направлении перспективно применение георешеток, армирования, упрочняющих добавок. Это направление развивается пока крайне слабо.

Существенные деформации ненагруженных фундаментов (опоры трубопроводов, эстакады) связаны с морозным пучением. Для предотвращения выпучивания свай сейчас, в основном, используется увеличение их длины, что не экономично, да и не всегда эффективно. Необходимы разработки: по уменьшению воздействия сил морозного пучения, например, применение греющих элементов, противопучинных добавок и т.д., и по повышению сил, удерживающих сваю в грунте, путем охлаждения мерзлых грунтов, увеличения смерзания, повышения вертикальных нагрузок и т.д.

Наибольший эффект с точки зрения эксплуатационной надежности и снижения стоимости сооружений могут дать управляемые системы оснований и фундаментов, которые позволяют на всех этапах строительства и эксплуатации управлять состоянием грунтовых оснований и устойчивостью конструктивных элементов фундаментов. В этом направлении перспективно, в первую очередь, управлять температурным режимом грунтов в процессе эксплуатации, например, с помощью греющих или охлаждающих элементов.

На сильнольдистых вечномерзлых грунтах и подземных льдах необходимо соблюдать расчетный тепловой режим грунтов. Расчетный тепловой режим грунтов следует обеспечивать правильной эксплуатацией зданий и сооружений, которая предусматривает сохранение низких температур этих грунтов путем ограничения зоны оттаивания следующими способами: 1) круглогодичной естественной вентиляцией (или вентиляцией с механическим побуждением) холодных подпольев; 2) устройства холодных первых этажей; 3) охлаждением грунтов специальными трубами и каналами; 4) установкой саморегулирующихся охлаждающих устройств.

Для предохранения деформаций вечномерзлых грунтов у зданий и сооружений необходимо, чтобы толщина теплоизоляционной подсыпки соответствовала расчетной. Для сохранения теплоизоляционной подсыпки в эксплуатационной пригодности необходимо обеспечивать: свободный сток поверхностных вод; расстояние от цоколя эксплуатируемого здания и сооружения до бровки подсыпки не менее 3 м; крутизну откосов подсыпки из крупноблочных грунтов не менее 1:1,50, из песков 1:1,75, из шлаков 1:20.

При оттаивании вечномерзлых грунтов в процессе эксплуатации деформации оттаивающего основания не должны превышать предельной величины, установленной СНиП II-15-74.

Соблюдение условий сохранения температурного режима вечномерзлых грунтов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений позволяет обеспечить долговечную и безаварийную эксплуатацию объектов.

В результате гидродинамических процессов, происходящих в рыхлых горных породах, образуются пльвучести и оплывания. Такие горные породы получили название пльвунов.

Пльвуны – некоторые разновидности супесей и других мелкозернистых грунтов, разжиженные водой, становятся настолько подвижными, что текут подобно жидкости. Вследствие своей подвижности и незначительной несущей способности пльвуны малопригодны для использования в качестве оснований. Однако практика показала, что при правильно организованных работах по закладке фундаментов пльвуны могут служить естественным основанием под сооружения.

Часто пльвунные свойства проявляют пылеватые пески и супеси, содержащие в большом количестве очень мелкие (глинистые и коллоидные) частицы, которые начинают играть роль смазывающего вещества между крупными частицами грунта. Вследствие наличия глинистых и более мелких, коллоидных, частиц эти грунты обладают гидрофильными свойст-

вами и слабо отдают воду. Даже при небольшом гидравлическом градиенте они переходят в пльвунное состояние и перемещаются с водой в выработки. Коэффициент фильтрации таких грунтов обычно менее $0,5 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Пльвуны бывают истинными и ложными. При промерзании истинный пльвун подвергается сильному пучению, слабо фильтрует воду. При высыхании приобретает связность. В образовании истинных пльвунов большую роль играют микроорганизмы??? мелкий пористый песок, поскольку пласт находится на глубине, вода в порах пльвуна находится под давлением больше атмосферного. При вскрытии, пласт обнажается, а вода под давлением попадает в котлован и выносит с собой песок. Пльвунное свойства грунтов проявляются при наличии гидродинамического давления в подземной воде, возникающего вследствие развития гидравлического градиента. Гидравлический градиент возникает при вскрытии водоносных горизонтов.

На пльвунах, в основном, используют плитные и свайные грунты.

Плитный фундамент - цельного фундамента, вся конструкция которого движется вместе с почвой и препятствует неприятным эффектам вспучивания или провисания. Конструкция представляет собой монолитную плиту, площадь которой равна площади возводимого сооружения. Если специфика здания предусматривает солидную нагрузку, то используются ребристые плиты, или специальные ленты для армирования, перекрещивающиеся под определенным углом. Явным достоинством будет выравнивание всех возникающих изгибов, а также добавление дополнительной прочности всему зданию. При этом непрерывность конструкции обеспечивает еще один плюс водонепроницаемость. Но монолитность является также и основным недостатком, поскольку увеличивающийся расход материалов существенно повышает стоимость готовой конструкции.

Свайные фундаменты незаменимы в тех случаях, когда строительство ведётся на грунтах, верхний слой которых не может выдерживать большие нагрузки. Это самая подходящая конструкция фундамента для крупногабаритного строительства. В основе конструкции фундамента используются сваи – столбы с заострёнными нижними концами. Их вбивают либо вкручивают в землю с помощью малогабаритного оборудования. Сваи в таких фундаментах упираются в более твёрдые слои грунта, проходя сквозь слабые и подвижные. На эти твёрдые слои грунта и преподает нагрузка от всего здания. Каждая свая может выдержать нагрузку от 2 до 5 тонн. Далее верхняя часть всех свай соединяется балками - образовывается жёсткая надёжная конструкция.

Существуют методы, с помощью которых можно улучшить несущую способность пльвунов. Это глубинное уплотнение песчаными или грунтовыми сваями. До начала работ по уплотнению необходимо уточнить природную влажность и плотность сухого грунта на глубину, определяемую проектом по ГОСТ 5180-84 или экспресс методами (зондированием по ГОСТ 19912-81 и ГОСТ 20069-81, радиоизотопным по ГОСТ 23061-78 и др.).

Глубинное уплотнение грунтовыми сваями следует выполнять с соблюдением требований:

а) пробивка скважин станками ударно-канатного бурения должна производиться с поверхности дна котлована при природной влажности грунта; б) расширение скважин с помощью взрыва допускается при природной влажности грунта, равной влажности на пределе раскатывания, а при меньшей влажности грунт должен быть доувлажнен; в) скважины надлежит устраивать через одну, а пропущенные — только после засыпки и уплотнения ранее пройденных; г) перед засыпкой каждой скважины, полученной взрывом, должны производиться замеры ее глубины; при образовании завала высотой до двух диаметров скважины он должен быть уплотнен 20 ударами трамбуемого снаряда с удельной энергией удара $250—350 \text{ кДж/м}^2$, более двух диаметров — делается новая скважина; д) скважины заполняют грунтом порциями, каждая из которых уплотняется, в качестве грунтового материала используются суглинки и супеси (без включений растительных остатков и строительного мусора), имеющие оптимальную влажность; объем грунта в порции назначают из расчета получения столба рыхлого грунта в скважине высотой не более двух ее диаметров, но не более $0,2 \text{ м}^3$;

ЛЁССОВЫЕ ГРУНТЫ КАК КЛАСС СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТОВ

Пешкина Е.С. - студент, Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Большой класс структурно-неустойчивых грунтов составляют лёссовые *просадочные* грунты, которые теряют свою структуру и несущую способность при замачивании под нагрузкой, возникает *просадка*. *Просадками* называют местные быстро протекающие вертикальные деформации грунтов, обусловленные резким коренным нарушением структуры и сопровождающиеся частичной или полной потерей сопротивляемости нарушенных масс грунта, а при избыточном увлажнении – выдавливанием грунтов в стороны.

Лёссовые породы встречаются на всех континентах, но наиболее они широко распространены в Европе, Азии, Америке и России. В России – это территория Среднего и Нижнего Поволжья, Западной Сибири, на Украине, на Дону и Кубани и в других районах. По подсчётам К.Кейльгака, при средней мощности лёсса 10 м общая площадь, занятая лёссовыми породами на земном шаре, составляет 19млн². Не встречаются лёссы в тропических и субтропических областях. Более чем за вековую историю изучения лёссов было предложено не менее двадцати различных гипотез их происхождения. Обобщение этих данных позволило объединить все гипотезы в несколько групп, объясняющих возникновение лёссов эоловым (ветровым) и водным путем. Эоловая гипотеза. Ее основателем является Ф. Рихтгоффен (1877). Относя лёссы к эоловым отложениям, он не считал ветер единственным фактором образования лёссовых пород. После детального изучения лёссов Китая, Ф.Рихтгоффен пришел к выводу, что лёссовый (пылеватый) материал переносился и откладывался в бессточных впадинах ветром и дождевой водой и удерживался там степной растительностью. Эоловая гипотеза нашла много последователей среди ученых России и других стран, которые развили и дополнили ее. Так, В.А. Обручев (1904) объяснял формирование сплошного лёссового покрова на высоких элементах рельефа за счет пыли, принесенной из отдаленных районов (экзотическая пыль). По мнению П.А. Тутковского (1899), ветры разведали ледниковые отложения и уносили пыль далеко от ледникового покрова, где она и образовывала лёсс. Американские ученые Ф. Леверетт (1899), Т. Чемберлин и др. (1909) основное значение придавали образованию пылеватых толщ за счет развеивания речных и водно-ледниковых отложений близлежащих долин. Многие известные отечественные и зарубежные ученые, например, А.И. Москвитин, И.И. Трофимов, Н.И. Кригер были и до настоящего времени остаются горячими сторонниками эоловой гипотезы. Это связано с тем, что данная гипотеза хорошо объясняет покровное залегание лёссов на больших площадях и подкрепляется фактами быстрого накопления в засушливых областях довольно мощных слоев пылеватых осадков после прохождения сильных пыльных бурь. Гипотезы водного происхождения. Среди сторонников, рассматривающих лёсс как породу, сформировавшуюся в водной среде, следует отметить выдающихся ученых П.А. Кропоткина (1876), В.В. Докучаева (1892), А.П. Павлова (1898), Ю.А. Скворцова (1948), Н.И. Толстихина (1928). По мнению этих исследователей, образование толщи пылеватых осадков происходило в результате смыва и последующего переотложения склоновых пород, переноса и накопления минерального материала в речных долинах и озерах, а также переноса и накопления лёссовых отложений водно-ледниковыми потоками. Существовала также точка зрения, что лёсс - это принесенная пыль, но переотложенная водными потоками. Все эти гипотезы рассматривают лишь процесс накопления пылеватых отложений, но не отвечают на главный вопрос: как пылеватый осадок превращается в лёсс с характерным набором признаков и свойств. Почвенно-элювиальные гипотезы. В соответствии с этими гипотезами пылеватые отложения могут накапливаться любым путем, а их превращение в лёсс со всеми специфическими признаками этой породы происходит в результате почвообразования и выветривания. К сторонникам этой гипотезы следует отнести Л.С. Берга (1916), Н.М. Симбирцева (1900), Б.Б. Полюнова (1934), И.П. Герасимова (1939). При рассмотрении данных гипотез, к сожалению, приходится констатировать, что они могут объяснить происхождения лишь отдельных лёссовых толщ. Обобщение и анализ существующих в

настоящее время гипотез происхождения лёссов позволяет сказать, что процесс формирования лёссовых пород состоит из двух этапов: накопление минерального пылеватого осадка, которое может происходить различными путями, превращение накопленного осадка в типичный лёсс, то есть в просадочную породу. Безусловно, второй этап, характеризующийся появлением уникального явления - просадочности лёссов, имеет важнейшее значение. Ведь именно просадочность делает лёссы теми загадочными породами, над которыми уже более ста лет бьются ученые.

Рассмотрим внешние признаки макропористых лессовых грунтов и дадим общую характеристику их как оснований для сооружений. Внешними признаками, отличающими макропористые лессовые грунты, будут следующие: 1) *Видимая невооруженным глазом пористость (макропористость)*, обусловленная наличием тонких, более или менее вертикальных канальцев иногда с остатками растений. Канальцы, пронизывающие всю толщу лессовидных грунтов, покрыты изнутри налетами углекислых солей; 2) *Столбчатая отдельность*. Это свойство лессовидных грунтов проявляется особенно ярко на открытых местах, подвергающихся действию атмосферных осадков. В искусственных выемках и свежих разрезах отдельностей не наблюдается; 3) *Быстрое размокание* в воде и большая водопроницаемость. Так, по нашим опытам, коэффициент водопроницаемости (фильтрации) лесса из Запорожья для образца ненарушенной структуры был в 100 раз больше коэффициента водопроницаемости для перемятого, лишённого макропор образца того же грунта. Отметим также, что водопроницаемость лессовых грунтов значительно больше в вертикальном направлении, чем в горизонтальном, вследствие чего на поверхности лессовых отложений почти никогда не образуются стоячих вод; 4) *Наличие твёрдых мергелистых включений*. Трубочатые пустоты лессовых грунтов в большинстве случаев покрыты тонким слоем извести; кроме того, отдельные известковые и мергелистые включения самой разнообразной формы находятся в лессовых грунтах в довольно значительном количестве. При опробовании этих грунтов 3%-ным раствором соляной кислоты наблюдается бурное вскипание и быстрое прекращение выделения пузырьков газа; 5) *Характерное распределение влажности* по глубине с наличием некотором уровне так называемого «мертвого горизонта» с меньшей по сравнению с вышележащими и нижележащими слоями влажностью. В мертвом горизонте наблюдается максимальное содержание солей. В мёртвом горизонте наблюдается максимальное содержание солей. Ниже мертвого горизонта влажность возрастает постепенно, достигая величины максимальной влагоёмкости. Также отметим, что в толще лессовых пород наблюдается только два горизонта грунтовых вод: верховодка и нижний горизонт грунтовых вод; 6) *Характерный состав*. По гранулометрическому составу лессовидные грунты характеризуются преобладанием пылеватых фракций (частиц размером от 0,05 до 0,005 мм обычно более 50%) при незначительном содержании глинистых частиц (от 4 до 20%). Лессовидные грунты отличаются значительной однородностью гранулометрического состава, причём коэффициент неоднородности часто бывает не более 5.

Из перечисленных внешних признаков лессовидных грунтов наиболее характерными будут: макропористость, быстрое размокание в воде (в течение 1 – 2 мин) и наличие карбонатов (вскипание при опробовании кислотой).

Проектирование фундаментов производят в два этапа: 1) Определение размеров фундаментов из условий расчёта по деформациям; 2) Назначение мероприятий, исключающих вредное влияние возможных просадок на устойчивость зданий и сооружений.

В связи с широким распространением лёссовых пород на территории России проблема борьбы с просадочностью этих пород в основаниях инженерных сооружений становится всё более актуальной. Наблюдается потеря устойчивости основания, его интенсивная осадка и часто выдавливание водонасыщенного лёссового грунта из-под фундамента здания, что обычно и приводит к частичному или полному разрушению зданий, плотин, дорог. Познание природы просадочности позволило разработать эффективные инженерные методы борьбы. Во-первых, повышение плотности лёссового грунта (снижение его активной пористости), увеличение прочности контактов между минеральными частицами (перевести менее проч-

ные, обратимые по отношению к воде, переходные контакты в более прочные – фазовые). На сегодняшний день распространенным является метод механического уплотнения лёссовых грунтов тяжелыми трамбовками, вес которых может достигать 10 т, а иногда и более. Обычно трамбовки многократно (до 10 - 16 раз) сбрасываются на уплотняемый участок грунта с высоты 4 - 8 м. Данный метод позволяет уплотнить толщу лёссового грунта на глубину до 3,5 м. Иногда для ликвидации просадочных свойств производят предварительное промачивание лёссового массива. При этом происходит спровоцированная просадка грунта, после чего он уплотняется, теряет просадочность и переходит в стабильное состояние.

ПРОТИВОПУЧИНИСТЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Пожидаев Д.В. - студент, Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В целях обеспечения устойчивости и эксплуатационной пригодности зданий и сооружений, возведенных на пучинистых грунтах, в период эксплуатации нельзя допускать изменения проектных условий по основаниям и фундаментам. Кроме того, необходимо выполнять предусмотренные проектом мероприятия, которые направлены против повышения степени пучинистости грунтов и появления деформаций конструктивных элементов здания от морозного выпучивания фундаментов. Обычно все мероприятия, предусмотренные на период эксплуатации, сводятся к выполнению следующих требований: - исключать возможные условия для водонасыщения грунтов в основании фундаментов и в слое сезонного промерзания грунта ближе 5 м в сторону от фундаментов; - не изменять проектного положения по глубине промерзания грунтов возле фундаментов при изменении планировки площадки; - не допускать срезки грунта вблизи фундаментов; - не изменять конструкцию над фундаментного строения с понижением проектной нагрузки на фундаменты.

Особо опасным фактором, действующим на фундаменты, является непредвиденное водонасыщение грунтов возле них. Чтобы не допустить локального водонасыщения грунтов у фундаментов в период эксплуатации рекомендуется все ливневые, бытовые и производственные воды отводить в пониженные места в сторону от фундаментов или в приемники ливневой канализации содержать все водоотводные сооружения в исправном состоянии.

Все работы по очистке поверхностных водостоков, т. е. нагорных канав, кюветов, лотков, водоприемников, отверстий искусственных сооружений, а также ливневой канализации, должны ежегодно выполняться обязательно до начала осенней дождливой погоды. Следует периодически проводить наблюдения за состоянием водоотводных сооружений. Имеющиеся повреждения откосов, нарушения планировки и отмосток надлежит немедленно устранить, не затягивая эти работы до начала промерзания грунтов. В случае, если эти повреждения создали условия для скопления воды на поверхности грунта вблизи фундаментов, необходимо в срочном порядке обеспечить отвод воды.

Не следует допускать размыва грунтов ливневыми водами, при первом же обнаружении на местности признаков ливневой эрозии необходимо срочно ликвидировать размыв грунтов и укрепить участки с большим перепадом ливневых вод.

На случай проведения капитальных ремонтов не следует допускать перезимовку отапливаемых зданий без отопления, а также не допускать понижения планировочных отметок при срезке грунта у выстроенных и эксплуатируемых зданий на сильно пучинистых грунтах и замены отмосток вокруг зданий с теплоизоляционными покрытиями на отмостки без теплоизоляционных подушек.

Для того чтобы глубина промерзания грунта не оказалась больше расчетной, нужно срезку грунта производить отступив от фундамента на расстояние не менее нормативной глубины промерзания грунта. Если позволяют условия, рекомендуется оставить возле фундаментов на ширину 3 м полосу нетронутого грунта (т. е. без срезки).

При перепланировке застроенной территории необходимо строго следить за сохранени-

ем поверхностного водоотвода атмосферных вод и не нарушать при этом имеющихся гидро-мелиоративных устройств, чтобы не допустить избыточного и неравномерного водонасыщения грунтов возле фундаментов зданий и сооружений.

В случае необходимости изменить нагрузку на фундаменты при рекомендации промышленных зданий (при замене оборудования или изменении технологического процесса производства) следует не нарушать соотношение между силами морозного выпучивания и давлением на фундамент от веса над фундаментного строения. С повышением нагрузок на фундаменты иногда приходится применять усиление фундаментов с проверкой их устойчивости на действие касательных сил морозного выпучивания. При снижении нагрузки на фундамент, например при замене тяжелого оборудования в не отапливаемых цехах или на открытой площадке более легким, необходимо проверить расчетом устойчивость фундаментов на действие касательных сил морозного выпучивания. Когда касательные силы будут превышать вес сооружения, надлежит предусмотреть конструктивные или другие мероприятия по снижению касательных сил морозного выпучивания.

Особо следует помнить о поддержании принятых по проекту участков с травяным покровом, который нуждается в ежегодном уходе, включающем своевременную подготовку почвенного слоя, подсев семян дернообразующих трав и посадку кустарниковых насаждений. Работы по уходу и поддержанию дернового покрова и кустарниковых насаждений надлежит выполнять в раннее весеннее время без нарушения принятой проектом планировки территории застройки.

ПРОМЕРЗАНИЕ ГРУНТОВ У ФУНДАМЕНТОВ

Черновол В.С.- студент, Амосова Л.Н.– к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Состояние будущего дома и его надежность в первую очередь зависят от правильного выбора конструкции фундамента и основания. Без знания грунтовых особенностей строительной площадки, влияния климатических условий на работу системы: «основание-фундамент-здание» надежное строительство дома невозможно.

В процессе эксплуатации здания, температурный режим грунтов вблизи фундаментов существенно изменится по сравнению с нормативным, а соответственно изменится и глубина промерзания грунтов этих зданий.

Увеличение при промерзании объема грунта в основаниях зданий и сооружений может весьма отрицательно сказаться на их прочности и в определенных случаях привести к разрушению строительных конструкций. Промерзание проявляется в неравномерном поднятии грунта вследствие образования ледяных линз и прослоек, которые после протаивания провоцируют разуплотнение, неравномерные осадки и снижение прочности основания.

При прочих равных условиях расчетная глубина промерзания грунта у фундаментов определяется в основном тепловым режимом здания, подвала или технического подполья, конструкцией пола первого этажа и его возвышением над уровнем земли, типом фундамента, характером сопряжения здания с грунтом и другими факторами.

Глубина промерзания грунта у фундаментов отапливаемого здания обычно на 30...50% меньше, чем в удалении от него на открытом месте. Причем минимальное промерзание грунта наблюдается вблизи фундаментов средних частей продольных стен, а максимальное — у угла, обращенного навстречу преобладающему зимой направлению ветра, а также на участках примыкнов и входов в подвалы. У не отапливаемых же зимой зданий (помещений) глубина промерзания грунта у фундаментов почти всегда больше (на 10...30%), чем на незастроенной территории. Поэтому расчетная глубина промерзания устанавливается с учетом влияния теплового режима здания.

Глубина промерзания грунта у стен здания может существенно меняться в зависимости от ориентации здания по сторонам света. Чем континентальнее климат района строительства, тем это различие существеннее. Указанное явление может приводить к неодинаковому пере-

мещению наружных и внутренних стен при промерзании—оттаивании и возникновению трещин, особенно в местах примыкания наружных и внутренних, продольных и поперечных стен.

При наличии в составе здания (сооружения) отапливаемых и не отапливаемых помещений (для хранения инвентаря, топлива, веранд и т.п.) существенно изменяется характер промерзания грунта вблизи фундаментов здания. Указанные выше явления могут приводить к значительному неодинаковому вертикальному перемещению наружных и внутренних стен и возникновению трещин в местах примыкания, особенно на контакте отапливаемого и не отапливаемого помещений.

Следовательно, расчетное сочетание перечисленных факторов должно отвечать наилучшим условиям, приводящим к максимально возможному неравномерному промерзанию грунтов у фундаментов зданий.

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Гусева О.Ю - студент, Амосова Л.Н.– к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Основания и фундаменты зданий и сооружений, возводимых на территории распространения вечномерзлых грунтов, следует проектировать на основе результатов специальных инженерно-геокриологических (инженерно-геологических, мерзлотных и гидрогеологических) изысканий с учетом конструктивных и технологических особенностей проектируемых сооружений, их теплового и механического взаимодействия с вечномерзлыми грунтами оснований и возможных изменений геокриологических условий в результате строительства и эксплуатации сооружений и освоения территории, устанавливаемых по данным инженерных изысканий и теплотехнических расчетов оснований.

При проектировании оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах следует учитывать местные условия строительства, требования к охране окружающей среды, а также имеющийся опыт проектирования, строительства и эксплуатации сооружений в аналогичных условиях.

Выбор строительных площадок и проектных решений оснований и фундаментов следует производить на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов с оценкой по приведенным затратам с учетом надежности.

Проектирование оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах должно включать расчет теплового режима грунтов оснований, а также выбор и расчет устройств и мероприятий, обеспечивающих соблюдение установленного расчетом теплового режима грунтов в основании сооружения в процессе его строительства и эксплуатации. В проекте оснований и фундаментов сооружений, возводимых на вечномерзлых грунтах, должно быть предусмотрено проведение систематических натуральных наблюдений за состоянием грунтов оснований и фундаментов, в том числе наблюдений за температурой грунтов как в процессе строительства, так и в период эксплуатации сооружения. Число и расположение необходимых для этого наблюдательных скважин, нивелировочных марок и программа наблюдений в процессе строительства и эксплуатации устанавливаются проектной организацией - автором проекта с учетом назначения и степени ответственности сооружения.

Соответствие состояния грунтов основания и фундаментов проектным требованиям при сдаче сооружения в эксплуатацию должно быть подтверждено результатами натуральных наблюдений, выполненных в период строительства согласно программе. При сдаче законченного строительства сооружения эксплуатирующей организации должны быть переданы план расположения наблюдательных скважин, нивелировочных реперов и марок и программа дальнейших наблюдений.

«ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ» ТРЕНИЕ ПО БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СВАЙ

Чернова О.С. - студент, Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последние годы установлено, что в ряде случаев при расчете свай в слабых грунтах необходимо учитывать явление «отрицательного» трения. Учет отрицательного трения является обязательным при проектировании свайных фундаментов на грунтах, в которых имеется прослойка торфа. При забивке свай в толщу слабых водонасыщенных глинистых грунтов также необходимо учитывать явление «отрицательного» трения.

«Отрицательное» трение на боковой поверхности сваи возникает в тех случаях, когда: 1) происходит независимая от сваи осадка окружающей грунтовой среды. Так как осадки толщ слабых водонасыщенных глинистых грунтов довольно частое явление, то свая, погруженная в их толщу, часто погружается «отрицательным» трением оседающего слабого грунта вдоль ее боковой поверхности; 2) в городских условиях «отрицательное трение» может возникнуть при динамическом воздействии на грунты основания тяжелого оборудования (пилорам, турбогенераторов и т. п.), тяжелого транспорта. При указанных воздействиях происходит осадка рыхлых песков в прослойках илов и лежащих выше слоев слабых грунтов; 3) откачка подземных вод, наличие труб старой канализации и другие случаи, связанные с понижением уровня грунтовых вод, вызывают перемещение толщины слабых грунтов, сопровождаемое «отрицательным» трением по боковой поверхности свай; 4) слабые водонасыщенные грунты, залегающие в основании городской застройки, нагружаются подсыпками при периодических ремонтах дорожных покрытий.

В строительстве используется намыв и подсыпка на территории низменных районов для создания планируемой поверхности, в результате чего грунты основания нагружаются массой насыпных и намывных грунтов, что также приводит к развитию осадок толщи и возникновению «отрицательного» трения; 5) в процессе эксплуатации сооружений расположенные рядом штабели железобетонных элементов или деревянных конструкций, склады сыпучих материалов и другие длительные нагрузки могут вызвать сжатие толщ слабых водонасыщенных глинистых грунтов, сопровождающиеся перемещением грунта относительно погруженной сваи («отрицательное трение»).

Измерения показали, что нагрузка, возникающая в свае от действия «отрицательного трения» очень велика и может превышать 500 кН. Так, исследования железобетонных составных висячих свай, погруженных на глубину 53 м сквозь толщу различных по составу глинистых слабых грунтов в слой песка, показали, что «отрицательное» трение на ненагруженную сваю может вызвать давление в свае, равное 400 кН. В этих опытах были изучены и процессы развития осадок по глубине слоя, и распределение нормального давления вокруг сваи.

Следует иметь в виду, что «отрицательное трение» по боковой поверхности сваи происходит даже при небольших осадках окружающего сваю грунта.

Меры по уменьшению влияния «отрицательного» трения в свайных фундаментах. Величина «отрицательного» трения, которое возникает по боковой поверхности свайных фундаментов при оседании окружающего слабого грунта под нагрузкой, зависит от времени и последовательности приложения нагрузок. Если пригрузка к слабым водонасыщенным грунтам приложена давно и процессы консолидации грунтов массива закончились, то при последующей забивке свай явление отрицательного трения будет отсутствовать. Если же пригрузка к поверхности грунтового массива из слабых водонасыщенных глинистых грунтов после забивки свай не кончается, то отрицательное трение будет максимально.

Способы для уменьшения «отрицательного» трения: 1) заранее отсыпают насыпь заданной высоты и принимают меры, чтобы до погружения свай процессы консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов основания закончились (устройство вертикальных дренаж, дренажных прорезей и т. п.); 2) применяют специальные обмазки и меры для уменьшения прилипания глинистых грунтов к боковой поверхности свай (электроосмос и т. п.); 3) эффективно применение длинных свай с уширенными нижними концами, боковая поверхность ко-

торых покрывается битумными обмазками. Исследование этого вопроса провели Бьеррум и Иохансон. Три сваи диаметром 50 см и длиной более 50 м были оборудованы тензодатчиками и погружены до скалы. Сверху слой слабых водонасыщенных глин был нагружен насыпью высотой 15 м. Скорость осадки поверхности грунтового основания от массы насыпи составляла 10—15 см/мес. Две сваи из металлических труб были выполнены с уширенными нижними концами диаметром 70 см. Боковая поверхность двух свай была покрыта битумной мастикой. Результаты опыта показали, что применение битумного покрытия приводит к уменьшению сил «отрицательного» трения почти в 10 раз. В тех случаях, когда битумное покрытие было разрушено, то даже при уширенных концах свай отрицательное трение не удалось снизить. Все это позволяет резко снизить «отрицательное» трение.

КОНЦЕПЦИЯ НОВОЙ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ

Сердаев А.А., Гладышев А.А. - студенты, Амосова Л.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последние годы все острее встает вопрос о путях развития научной дисциплины под названием «механика грунтов». Это связано с неудовлетворительными прогнозными оценками осадок зданий и сооружений, устойчивости склонов и откосов, несущей способности свай большой длины и диаметра, давления грунтов на ограждения и др. Вот лишь два примера. На одном из симпозиумов по зондированию грунтов в Амстердаме специалистам предложили вначале определить несущую способность сваи по данным статического зондирования (данные по зондированию и геологии были представлены в полном объеме). Затем провели статические испытания сваи. Разница в показаниях превысила 2 раза. И это только расчет. Коэффициент устойчивости склона в районе Тополь (Днепропетровск) при случившемся оползне по данным разных организаций составил от 0,84 до 2,4. Таких примеров можно привести очень много. Встает вопрос. Что делать?

Нельзя сказать, что не было попыток существенно усовершенствовать механику грунтов или создать в ней нечто новое. Еще в 70-х годах прошлого века были попытки проф. С. Вялова создать структурную механику грунтов, проф. Т. Гораздовского описать грунты системой дифференциальных уравнений, профессоров В. Николаевского. То, чем располагают специалисты, это лишь «вялые» непрерывные кривые, не отражающие существа процесса. С другой стороны, нет органической связи между измерениями в механике грунтов (в широком смысле), природным состоянием пород с учетом их образования и эволюции, а также между моделями грунта и способами их расчета. Нет общей оценки состояния механики грунтов. Понятие «измерение», в широком смысле, — это оборудование и прибор, в которые входят системы получения информации. Главное, чего не учитывают системы измерения, как в России, так и за рубежом, это инерционные характеристики системы измерения и испытуемого грунта. Измерения должны быть организованы таким образом, чтобы инерционные характеристики измерительной системы были как минимум на порядок выше, чем инерционные характеристики испытуемых грунтов. Такого рода измерения нет смысла проводить во всех случаях, однако для понимания процесса воздействие — отклик они необходимы. Следствием названных измерений является существенно иное физическое и графическое представление о связности, угле внутреннего трения, модуле деформации, коэффициенте бокового давления и других основных параметрах механики грунтов.

Если кратко сформулировать основные положения концепции новой механики грунтов, то можно констатировать следующее: 1) измерения, в широком смысле, должны быть поставлены на более высокий уровень с учетом инерционности грунтов. Результат — новое физическое и графическое представление о связности, угле внутреннего трения, прочности, модуле деформации, коэффициенте бокового давления и других основных параметрах механики грунтов; 2) природное состояние геомассивов грунтов должно определяться по следующей классификации: переуплотненные, нормально уплотненные и недоуплотненные грунты, а также реального природного (бытового) и порового давления. Результат — разра-

ботка новой идеологии испытаний грунтов и основ их консолидации; 3) аналогово-дискретная модель грунта адекватно отражает все свойства пород. Результат — исследование механизма поведения грунта под нагрузкой с физическим наполнением дискретности; 4) идеология расчета должна учитывать как непрерывные, таки дискретные свойства пород. Результат — расчет должен быть один, т. е. по несущей способности, связанной с осадкой (деформацией).