

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РАЙОНА ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

Акбашев Р.Р.¹, Бубнов А.Б.², Василюк И.Н.³, Константиновна Т.Г.¹

¹Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, arr@emsd.ru

²Департамент по недропользованию по Дальневосточному Федеральному округу, saxa415@mail.ru

³ГУП «КмчатскГражданПроект», г. Петропавловск-Камчатский, aberdeen888@mail.ru

¹Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, irg@emsd.ru

Введение

В начале 80-х годов прошлого столетия территория района «Северо-Восток» города Петропавловска-Камчатского являлась приоритетным для жилой застройки. На карте сейсмического микрорайонирования (СМР-74) территория большей части этого микрорайона находится в зоне 10-бальной сейсмической опасности. Он характеризуется высоким уровнем грунтовых вод (УГВ) до 3 м, что отрицательно сказывается на сейсмических свойствах грунтов.

В 1986 г. «КамчатГИСИЗ» выполнил комплексные инженерно-строительные изыскания под застройку микрорайона, в который входят исследуемые территории. Рекомендовано выполнить инженерную подготовку территории до начала застройки. Для улучшения сейсмических условий площадок строительства рекомендована выторфовка и замена слабых грунтов, а также водопонижение с помощью дренажной системы на глубину не менее 5 метров. Решением этой проблемы стало построение дренажной системы, обеспечивающей понижение уровня грунтовых вод до 5,0 м.

В работе приведены результаты сейсморазведочных работ, выполненных для уточнения исходной сейсмичности. Работы проведены в период с 2013 по 2015 годы.

Методика работ

Уточнение сейсмичности на площадках выполнено с помощью сейсмо-разведочных работ по методу «сейсмических жесткостей». Метод сейсмических жесткостей, является в комплексе инструментальных наблюдений обязательным для применения на объектах сейсмического микрорайонирования всех классов согласно табл. 2 РСН 60-86, а также для СП 14.13330.2011 в соответствие с таблицей 1. Приращений балльности по методу «сейсмических жесткостей» следует проводить на основе измерения скоростей распространения сейсмических волн и средних значений плотности в верхней толще изучаемого и эталонного грунта. Мощность расчетной толщи принимается равной 10 м, считая от планировочной отметки. Регистрировались продольные V_p и поперечные V_s волны. Работы были выполнены с помощью современной сеймостанции «ЭЛЛИСС-3» (производство ООО «Геосигнал», Россия) (рис.1а). В качестве приёмников были использованы вертикальные и горизонтальные сеймоприёмники типа GS-20DX производства OYO-GEO Impulse International (г. Уфа) (рис.1б), обладающие частотной характеристикой с собственной частотой 10 Гц, которая обеспечивает равномерность в полосе частот 10-500 Гц.



Рис.1. а – сейсморазведочная станция «ЭЛЛИСС-3»; б – сеймоприемник GS-20DX.

Оценка приращения сейсмической интенсивности грунтов исследуемого участка произведена относительно «средних грунтовых условий», принятых для г. Петропавловска-Камчатского. Для расчета приращений сейсмической интенсивности использованы средние скорости продольных (V_{p1}) и поперечных (V_{s1}) волн для 10-ти метровой толщи грунтов и плотность грунтов (ρ_1), полученная по лабораторным данным.

Оценка приращений сейсмической интенсивности выполнена в соответствии с РСН 65-87 с пунктом 3.4.

В работе представлены результаты расчетов сейсмических свойств грунтов при фактических значениях УГВ и те же расчеты при эффективно работающей дренажной системе, а так же показаны результаты повторных сейсморазведочных работ выполненных после замены грунтов III категории на грунты II категории (для первой площадки).

Рассмотренные площадки расположены в Северо-Восточной части города Петропавловска-Камчатского, их расположение представлено на фрагменте карты СМР-74 (рис.2).



Рис.2 Фрагмент карты СМР-74 «Северо-Восток».

Результаты геофизических работ на площадках северо-восточной части Петропавловск-Камчатский

г.

Первая из площадок исследований, отведенная под строительство Храма (рис. 3), расположена в северо-восточной части города Петропавловска-Камчатского. На карте СМР-74 (рис.2) она находится в X-ти балльной зоне.

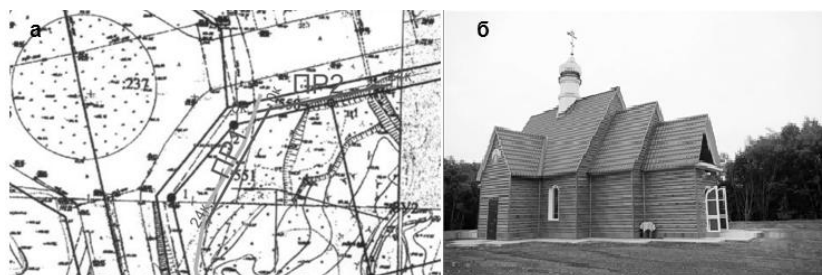


Рис.3. а – карта фактического материала площадки изысканий; б – храм преподобного Сергия Радонежского в г. Петропавловске - Камчатском.

В результате интерпретации сейсморазведочных данных получены значения скоростей распространения продольных и поперечных волн и соответствующие им границы слоев и их мощность (рис. 4 а, б).

Уровень грунтовых вод на площадке изысканий пройденными скважинами вскрыт на отметке 3,2 м от поверхности земли, что подтверждено и сейсморазведочными работами. По результатам сейсморазведочных работ приращение сейсмической интенсивности составило +0,6 балла, что соответствует 10 баллам.

В результате сейсморазведочных работ было рекомендовано убрать верхний рыхлый 2 метровый слой, засыпать щебнистым грунтом с «Петровского» карьера и послойно уплотнить насыпной грунт (рис. 5), после чего были проведены повторные сейсморазведочные работы (рис. 6). Кроме того, для подтверждения необходимости проведения дренажных работ, выполнены расчеты приращения балльности при уровне грунтовых вод 5 м. Приращение сейсмической интенсивности в этом случае составило (+0,2) – (+0,3) балла, что соответствует 9 баллам.

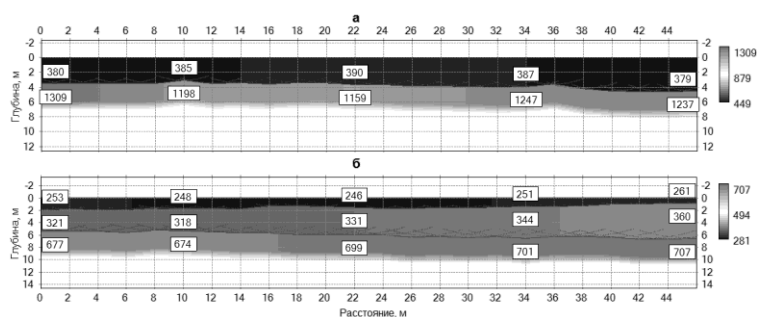


Рис. 4. Сейсмогеологическая модель до замены верхнего 2 м слоя: а – по продольным волнам V_p ; б – по поперечным волнам V_s .



Рис. 5. Замена и уплотнение грунтов на исследуемой строительной площадке: а – замена верхнего 2 метрового слоя; б – засыпка и уплотнение щебнистого грунта с «Петровского» карьера; в – подготовленная площадка.

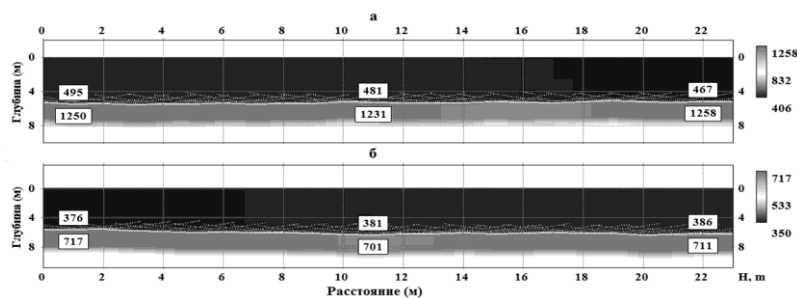


Рис. 6. Сейсмогеологическая модель после замены верхнего 2 м слоя: а – по продольным волнам V_p ; б - по поперечным волнам V_s .

Другой объект размером 80х60 м расположен так же в северо-восточной части г. Петропавловска-Камчатского. Для уточнения сейсмической опасности этой территории были пройдены 6 скважин глубиной до 10 метров с отбором грунтов; проанализированы 48 проб грунта для определения классификационных показателей, по 25 образцам определена плотность и рассчитаны коэффициенты пористости; выполнено динамическое зондирование в 3-х точках с интервалом испытаний от 3,7 до 6,6 м; и проведены сейсморазведочные работы на двух профилях. Полевые, лабораторные и камеральные работы проведены с 10 сентября по 3 октября 2013 г. Использованы данные по характеристикам физико-механических свойств грунтов, выполненных на территориях, прилегающих к исследуемому участку. Выполненные работы представлены на карте фактического материала, приведенной ниже (Рис. 7).



Рис.7. Карта фактического материала площадки изысканий

В результате выполненных работ на площадке выделено 2 геолого-генетических комплекса грунтов: современные техногенные и средне-верхнечетвертичные вулканогенно-осадочные отложения и 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ).

Современные техногенные отложения (tQ_{IV}) представлены неоднородным по составу насыпным грунтом (ИГЭ-1), состоящим из дресвяного и щебенистого грунта с песком, песка дресвяного, прослоев текучей и пластичной супеси, строительного мусора, древесных остатков и опилок. Содержание органических веществ по пробам грунта из насыпи достигает 5-8%. Давность отсыпки составляет не менее 15 лет, мощность насыпи изменяется от 1,2 до 2,3 м.

Вулканогенно-осадочные отложения (βQ_{II-III}) залегают под слоем насыпного грунта и составляют нижнюю часть изученного разреза до глубины 10 метров. По литологическому составу эта толща неоднородна. В пределах площадки она представлена песком дресвяным (ИГЭ-2), супесью дресвяной (ИГЭ-3) и щебенистым грунтом с песчаным заполнителем до 30% (ИГЭ-4). Распространение щебенистого грунта в разрезе преимущественное, но не повсеместное. Супесь дресвяная подстилает слой щебенистого грунта на глубине 8,4-9,0 м от поверхности земли, а также залегает, как и песок дресвяный, в верхней части разреза в виде линзовидных слоев мощностью 2,8-3,2 м. Грунты носят типичные признаки принадлежности к толще вулканогенных отложений, имеют высокую плотность и обладают достаточно высокими прочностными свойствами. Изученную площадку можно оценить, как благоприятную по грунтовым условиям для строительства.

Гидрогеологические условия

Исследуемая площадка расположена в пределах зоны действия дренажной системы (в 15 м от площадки изысканий). Дренажная система должна обеспечивать водопонижение на территории площадки изысканий до глубины 5,0 м. Фактический уровень залегания подземных вод на площадке отмечен на глубинах от 3,4 до 4,4 м от поверхности земли. Причина этому – нарушение нормальной работы дренажной системы в связи с ее засорением. При исправном дренаже уровень грунтовых вод на площадке совпадал с уровнем воды в дренажной системе. Необходимо восстановление дренажной системы. Сбои в работе дренажной системы приводят к подтоплению заглубленной части проектируемого здания и ухудшению сейсмических свойств грунтов основания.

В верхней части разреза, в слое насыпи, установлены прослои текучих супесчаных грунтов, обусловленные типичным проявлением верховодки в неоднородном слое этих отложений. Верховодка может оказывать неблагоприятное воздействие на подземную часть фундамента здания, а также подтапливать отрытые строительные котлованы.

Сейсморазведочные работы

На исследуемой площадке изысканий произведены геофизические работы направленные на изучение скоростных характеристик грунтов и определения приращение сейсмической интенсивности по методике «сейсмических жесткостей», выполнено 2 сейсморазведочного профиля (рис. 8).

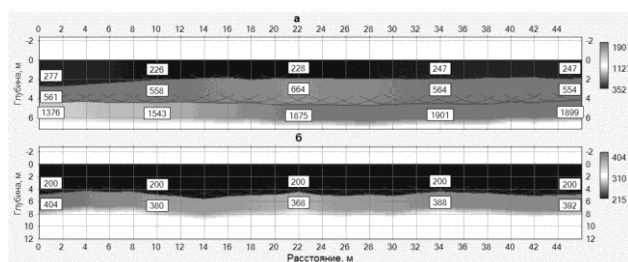


Рис. 8. Сейсмогеологическая модель исследуемого участка: а – по продольным волнам V_p ; б - по поперечным волнам V_s .

По результатам сейсморазведочных работ определено приращение сейсмической интенсивности относительно средних грунтовых условий города, которое составило +0,6 балла, что соответствует 10 баллам при фактическом уровне УГВ 3,4 м. Такое близкое залегание уровня обусловлено аварийным состоянием существующей дренажной системы, в зону действия которой попадает площадка изысканий (рис. 8) и которая должна обеспечивать понижение уровня на площадке на глубину до 5,0 м, а также поддерживать его стабильное положение. Для исправной работы дренажа требуется его восстановление.

Для подтверждения необходимости проведения дренажных работ, выполнены расчеты приращения балльности при уровне грунтовых вод 5 м. Приращение сейсмической интенсивности в этом случае составило (+0,1) (+0,2) балла. Сейсмичность площадки будет соответствовать 9 баллам.

Третья площадка расположена так же в северо-восточной части г. Петропавловска-Камчатского, на границе 8 и 9 балльной зон по СМР-74 (рис. 2). Карта фактов представлена на рис. 9.

В результате интерпретации сейсморазведочных данных получены значения скоростей распространения продольных и поперечных волн и соответствующие им границы слоев и их мощность (рис. 10). Данная площадка так же, как и вторая площадка находится в районе действующей дренажной системы (рис. 9). Уровень грунтовых вод на площадке изысканий пройденными скважинами вскрыт на отметке 5 м от поверхности земли, что подтверждено и сейсморазведочными работами. Таким образом, можно утверждать, что на данной площадке дренажная система отвечает первоначальным запроектированным требованием и поддерживает УГВ на отметке не выше 5 м. По результатам сейсморазведочных работ приращение сейсмической интенсивности составило +0,4 балла, что соответствует 9 баллам.

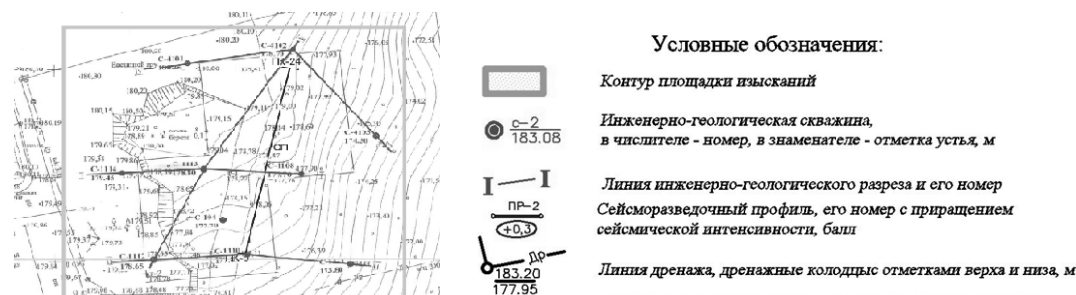


Рис. 9. Карта фактического материала.

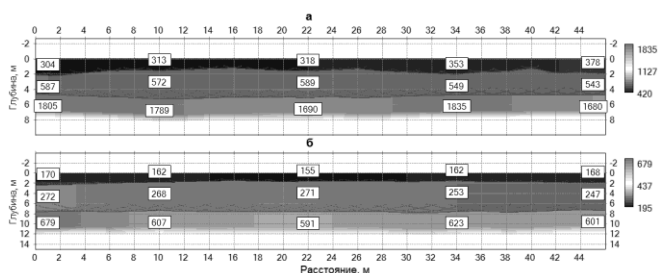


Рис. 10. Сейсмогеологическая модель: а – по продольным волнам V_p ; б – по поперечным волнам V_s .

Выводы

1. По результатам проведенных работ рассчитаны приращения сейсмической интенсивности относительно «средних грунтовых условий» г. Петропавловска-Камчатского.
2. Для понижения балльности площадок рекомендовано в первом случае постройка дренажной системы, а во втором восстановить систему дренажа для понижения уровня грунтовых вод до пяти метров, что позволит отнести исследуемые площадки в 9 балльную зону. В третьем случае на исследуемой площадке дренажная система находится в исправном состоянии и соответственно обеспечивает заданные параметры сейсмических характеристик грунтовых условий.
3. Грунтовые условия предполагают распространение верховодки при строительстве. Необходимо предусмотреть тщательную вертикальную планировку, поверхностный водоотвод, снегоочистку территории и гидроизоляцию фундаментов и подвальных помещений.

Список литературы

1. ГОСТ 25100-2011. «Грунты. Классификация», 1996 г.
2. Константинова Т.Г., Шарапов В.Г. О принципах построения карты сейсмического микрорайонирования территории г. Петропавловска-Камчатского. М., «Наука», 1977. С.232-236.
3. СП 47.13330.2012. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Основные положения. М., 2012 г.
4. Методические рекомендации по применению сейсмоакустических методов для изучения физико-механических свойств связных грунтов. Москва. 1976 г.