

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе ФГБОУ
ВО «Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)»
кандидат технических наук



С.Н. Шпанко

2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» на диссертационную работу Антипова Вадима Валерьевича «Неразрушающий метод оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных расчетов оснований и фундаментов», представленную в диссертационный совет Д 999.187.02 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Актуальность темы исследования. Для предварительной интегральной оценки деформационных свойств верхней зоны инженерно-геологического массива строительной площадки целесообразно применение недорогих оперативных методов изысканий, позволяющих получать относительно достоверные результаты при небольших затратах в короткий период времени. К подобным методам относятся экспресс-методы оценки физико-механических характеристик грунтов по скоростям волн, распространяющихся в грунтовом массиве. Эти методы преимущественно основаны на изучении скоростей объемных поперечных и продольных волн, однако возможно использование многоканального анализа поверхностных волн Рэлея. В отечественной практике изучение и интерпретация скоростей поверхностных волн рэлеевского типа для оценки деформационных свойств грунтов практически не развиваются.

Тем не менее, метод многоканального анализа поверхностных волн – МАПВ (multichannel analysis of surface waves – MASW) достаточно прост и при надежной проработке корреляционных параметров позволяет получать достаточно

приемлемые результаты. Поэтому, актуальность исследований, посвященных совершенствованию данного метода оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов для предварительных расчетов оснований и фундаментов, вполне очевидна.

Целью работы является разработка практического метода оперативной оценки модуля деформации несвязных (пески) и связных (супеси, суглинки, глины) минеральных дисперсных грунтов Пермского края при положительной температуре по результатам многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ), обеспечивающего методы расчета оснований исходной информацией.

Практическая значимость исследований определяется следующим:

1. Разработаны практические рекомендации по оперативной оценке модуля деформации песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных расчетов оснований и фундаментов по результатам неразрушающего многоканального анализа поверхностных волн.

2. Разработаны практические рекомендации по построению модельной кривой деформирования песчаных и глинистых грунтов Пермского края, сопоставимой с трехосными испытаниями, для предварительных численных расчетов оснований и фундаментов по результатам многоканального анализа поверхностных волн.

Научная новизна работы заключается в следующем:

– Предложен метод оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных расчетов оснований и фундаментов по результатам полевых исследований методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ). Получаемые результаты сравниваются с испытаниями грунтов штампом площадью 5000 см^2 . Оценка выполняется через динамический модуль сдвига $G_{0,дин}$, определяемый по результатам многоканального анализа поверхностных волн по скорости поверхностных волн V_R , с помощью переходного коэффициента k_G . Коэффициент k_G зависит от удельного веса грунта γ , оценку которого также можно выполнить по скорости поверхностных волн V_R и глубины определения, которые доступны по результатам многоканального анализа поверхностных волн;

– Предложен метод построения модельной кривой деформирования песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных численных расчетов оснований и фундаментов по результатам полевых испытаний методом

многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ). Для построения кривой требуются модуль деформации E , угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c и упругий модуль деформации $E_{упр}$, значения которых можно оценить по результатам многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ).

Достоверность результатов исследований обеспечивается выполнением экспериментальных работ на поверенном оборудовании в аккредитованной лаборатории с обработкой результатов статистическими методами. Для теоретических расчетов, графического и теоретического анализа результатов использовались сертифицированные программные комплексы. Результаты численного моделирования сопоставлялись с результатами полевых испытаний штампом и волновым методом многоканального анализа поверхностных волн.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки. В диссертации на основании сопоставления результатов полевых испытаний штампом и неразрушающим волновым методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ) разработан метод оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов. Это позволяет по результатам полевых испытаний многоканальным анализом поверхностных волн (МАПВ) оперативно выполнять оценочные предварительные расчеты оснований и фундаментов по деформациям на предпроектном этапе.

Также в диссертации разработан метод построения модельной кривой деформирования песчаных и глинистых грунтов Пермского края в пределах применения принципа линейной деформируемости. Предложенный метод позволяет получать по результатам полевых испытаний многоканальным анализом поверхностных волн (МАПВ) входные параметры для оперативных предварительных численных расчетов с использованием моделей Мора-Кулона, упрочняющегося грунта, упрочняющегося грунта с малыми деформациями, и т.п.

Для предложенных методов оценки модуля деформации и построения модельной кривой деформирования по результатам полевых испытаний методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ) предложены пошаговые практические рекомендации.

Полученные результаты имеют значение в области геотехники в связи с направленностью исследований на повышение оперативности предварительного анализа деформативности грунтов строительной площадки.

Внедрение результатов диссертационной работы выполнено в ООО «ВерхнекамТИСИЗ», что подтверждается справкой о внедрении.

Соответствие диссертационной работы критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней». Результаты рассмотрения выполненных диссертационных исследований, актуальности работы, ее практической значимости, научной новизны и обеспечения достоверности полученных результатов соискателя Антипова В. В. показали, что они соответствуют пункту 1 паспорта специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения», отрасль науки – технические: пункт 1 «Разработка научных основ и практических методов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, основанных на математических моделях грунтовой среды и горных пород и обеспечивающих методы расчета оснований и фундаментов и подземных сооружений исходной информацией о физико-механических характеристиках грунтовой среды и горных пород».

В диссертации оформлены ссылки на источники, неправомерные заимствования отсутствуют. Текст диссертации соответствует требованиям, предъявляемым п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842).

Практическая значимость результатов работы подтверждается справкой о внедрении от эксплуатирующей организации.

Основное содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором 12 научных работах общим объемом 106 стр., из которых 3 работы опубликованы в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК; 3 работы опубликованы в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus и Web of Science; получено 2 патента на изобретение. Результаты и положения работы докладывались и обсуждались на 2 международных и 3 всероссийских научно-технических конференциях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. Результаты работы и, в первую очередь, предложенные автором пошаговые практические рекомендации рекомендуется применять для выполнения экспресс-анализа деформационных свойств грунтов площадки строительства методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ), оперативной предварительной оценки модуля деформации и построения модельной кривой деформирования песчаных и глинистых грунтов по результатам многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ).

Структура и содержание работы

Рассматриваемая диссертационная работа Антипова В. В. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, шести приложений. Работа изложена на 182 листах, содержит 47 таблиц, 55 рисунков и список литературы из 201 наименования, в том числе 79 на иностранном языке. Диссертация изложена грамотно, корректным профессиональным языком, все главы работы логически выстроены и системно взаимосвязаны, дают полное представление о предмете, объекте и результатах научного исследования.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту и сведения об апробации результатов работы.

Первая глава посвящена обзору литературы по теме исследования; проведен анализ лабораторных испытаний грунтов в условиях трехосного сжатия и полевых исследований стандартными штампами; современных неразрушающих методов волнового анализа; излагается современное состояние вопроса связи упругих и общих характеристик деформирования, которая дает возможность оперативно оценивать модуль деформации по упругим характеристикам песчаных и глинистых грунтов через переходный коэффициент по результатам полевых испытаний современным методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ). Также обосновывается возможность построения модельной кривой деформирования по результатам МАПВ для получения входных данных при предварительных численных расчетах оснований и фундаментов.

Вторая глава содержит описание и результаты полевых и лабораторных исследований песчаных и глинистых грунтов Пермского края. По результатам полевых экспериментов предложен метод оперативной предварительной оценки модуля деформации по результатам МАПВ для предварительных расчетов оснований и фундаментов. Для статистического накопления информации выполнен анализ предложенного метода для дополнительных предоставленных результатов испытаний песчаных и глинистых грунтов на территории Новосибирской области.

Третья глава содержит анализ наиболее распространенных существующих моделей аппроксимации кривых деформирования грунтов, аналитический вывод предлагаемого экспоненциального уравнения аппроксимации, и аналитические процедуры расчета параметров уравнения аппроксимации для двух моделей –

гиперболической и экспоненциальной, приводится разработанный алгоритм построения модельной кривой деформирования. Предложенный в диссертации алгоритм построения модельной кривой деформирования по результатам МАПВ предлагается использовать для получения входных параметров численного моделирования для выполнения предварительных расчетов оснований и фундаментов.

Четвертая глава содержит методику и результаты численного моделирования испытаний штампом площадью 5000 см^2 грунтов в природном залегании, выполненного с применением модельных кривых деформирования грунтов, построенных по предложенному в третьей главе алгоритму.

Пятая глава содержит практические пошаговые рекомендации для оперативной предварительной оценки модуля деформации и построения модельной кривой деформирования песчаных и глинистых грунтов Пермского края по результатам МАПВ на этапе предпроектных работ, область применения, примеры расчета оснований по деформациям с использованием предложенных методов, сравнение предложенных методов с существующими корреляциями для скоростей объемных волн по СП 446.1325800.2019, а также технико-экономическое сравнение эффективности применения предложенного в диссертации практического метода по сравнению с испытаниями штампом, статическим зондированием и испытанием прессиометром при предварительной оценке модуля деформации.

По диссертационной работе можно высказать ряд вопросов и замечаний, основные из которых следующие:

1. В чем заключается отличие применения полевого экспресс-метода МАПВ для грунтов Пермского края и возможно ли использование предложенных в диссертационной работе методов для оценки деформационных свойств грунтов и построения модельной кривой деформирования грунтов в других регионах?

Необходимо пояснить, на основании чего автор считает метод многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ) оптимальным для оценки достоверности сведений о напластовании и деформационных свойствах грунтов? И почему преимущественное развитие получили другие волновые методы (с анализом поперечных и продольных волн)?

2. При изучении литературы в главе 1 автором рассмотрены только полевые штамповые испытания грунтов и лабораторный метод трехосного сжатия. На основании каких данных сделан вывод о «достаточно высоких временных и

трудовых затратах стандартных методов» получения исходных данных для геотехнических расчетов? Возникает вопрос, можно ли, например, говорить (во введении) о «значительной стоимости, временных и трудовых затратах» как испытаний грунтов с бурением и отбором проб, штампами, так и зондированием, прессиометрами, дилатометром, стоимость и трудоемкость которых отличаются в десятки раз?

3. Какая оптимальная и максимальная глубина исследований деформационных свойств толщи грунтового основания методом многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ)?

В выводах (п.6) по работе указано, что практические рекомендации разработаны для грунтов Пермского края на глубину до 6,5 м. Для предпроектной оценки строительства каких объектов могут быть использованы получаемые результаты?

Имеются ли ограничения по применению метода многоканального анализа поверхностных волн (МАПВ) для строительных площадок с неровным рельефом, наличием линз водонасыщенных грунтов, уровня грунтовых вод в исследуемой толще, мерзлых или закрепленных грунтов?

4. Определение модуля деформации грунтов предложено выполнять расчетом через динамический модуль сдвига $G_{0,лин}$ с помощью переходного коэффициента k_G , который зависит только от удельного веса грунта γ . Согласно исследованиям автора установлено, что изменение γ на 23% приводит к изменению k_G более, чем в 3,8 раза. Надежность получаемых результатов требует пояснений.

5. Известно, что динамические (упругие) деформационные параметры грунта и соотношение их с общими деформационными характеристиками могут зависеть от целого ряда факторов, таких как вид грунта, его влажность, консистенция, коэффициент пористости, удельный вес скелета и твердых частиц грунта, статические напряжения. Оценивалось ли это при исследованиях, и каковы полученные результаты?

6. Отдельные термины, широко используемые в работе, требуют пояснения. Например, неоднократно отмечено, что достоинством предлагаемого метода МАПВ (и других волновых методов) является возможность проведения *неразрушающих* исследований геологического разреза, «что не приводит к нарушению пригодности грунтового основания для будущего строительства». Возникает естественный вопрос: каким образом «стандартные» методы изысканий нарушают пригодность грунтового основания?

Или, при описании волновых процессов в грунте автор выделяет два типа источников: «активные (кувалда с металлической плитой основания, виброустановки и т.п.) и пассивные (движение автомобиля и т.п.)». Это требует пояснения, поскольку в обоих случаях происходит схожее приложение динамических нагрузок на грунтовый массив.

Отмеченные выше недостатки не снижают научной ценности и общей положительной оценки работы. Диссертация Антипова В.В. является законченным научным трудом, выполненным на актуальную тему, она содержит новые результаты исследований, имеющие практическую значимость и научную новизну.

Заключение

Диссертация Антипова Вадима Валерьевича «Неразрушающий метод оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных расчетов оснований и фундаментов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная для геотехники задача оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов для предварительных расчетов оснований и фундаментов по результатам многоканального анализа поверхностных волн, позволяющая оперативно оценивать геотехническую ситуацию площадки строительства, выполнять предварительные расчеты оснований и фундаментов и обосновывать инвестиции в проект на предпроектном этапе. Научные и практические результаты работы позволяют снизить стоимость и трудозатраты исследований грунтов на предпроектном этапе и повысить их оперативность.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком уровне. Достоверность результатов, заключений и рекомендаций обоснована. Диссертация написана грамотно, логически структурирована и аккуратно оформлена, содержит все необходимые ссылки на работы, результаты которых использовались. Автореферат достаточно полно раскрывает основные положения диссертации.

Диссертационная работы Антипова В. В. «Неразрушающий метод оперативной оценки модуля деформации песчаных и глинистых грунтов Пермского края для предварительных расчетов оснований и фундаментов» соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Отзыв на диссертацию составлен по результатам обсуждения диссертации и автореферата на заседании кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», 07 июня 2021 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», кандидат технических наук, профессор

С.В. Линовский

Профессор кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов, заведующий НИЛ динамики оснований и фундаментов ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», кандидат технических наук, профессор

Л.В. Нуждин

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»

Адрес: 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113.

Тел.: 8 (383) 266-41-25.

E-mail: rector@sibstrin.ru.

Сайт: <http://www.sibstrin.ru/>



Сведения о лицах, подписавших отзыв

Линовский Станислав Викторович, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)».

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Колебания свай и свайных фундаментов при горизонтальных динамических нагрузках» защищена в 1993 году по специальности 05.23.02 – Основания фундаменты и подземные сооружения.

Адрес: 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, д. 113.

E-mail: per_pror@sibstrin.ru.

Тел./факс: 8 (383) 266-83-60.

Тел.: 8-913-775-40-07.

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

С.В. Линовский

Нуждин Леонид Викторович, кандидат технических наук, профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией динамики оснований и фундаментов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Колебания свайных фундаментов-приемников от кинематического возбуждения» защищена в 1993 году по специальности 05.23.02 – Основания фундаменты и подземные сооружения.

Адрес: 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, д. 113.

E-mail: nuzhdin_ML@mail.ru.

Тел./факс: 8 (383) 214-54-67.

Тел.: 8-913-912-54-67.

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Л.В. Нуждин

