

7. Гнездилов, Е.А. Экономическая эффективность организации производства синтетического топлива на основе химической переработки угольного минерального сырья в условиях Дальневосточного региона [Текст] / Е.А. Гнездилов, А.В. Жуков, А.Д. Яковлев // *Фундаментальные исследования*. – 2007. - №12 (часть 2). – С. 342 - 344.
8. Дубовников, О.А. Направления и перспективы использования низкосортного технологического топлива в производстве глинозема [Текст] / О.А. Дубовников, В.Н. Бричкин // *Записки Горного института*. – С-П.: С - ПГУ, 2016. – С. 587 - 594.

Поступила в редакцию 11.02.2021 г.

УДК 624.072.02

Маруфий А.Т.

д.т.н., профессор Ошского технолог. универ. им. М.М.Адышева, Кыргызская Республика

Турдажиева Э.Н.

ст.преп. Ошского технолог. универ. им. М.М.Адышева, Кыргызская Республика

Алиева А.П.

преп. Ошского технолог. универ. им. М.М.Адышева, Кыргызская Республика

КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ДЕФОРМАЦИЯЛАНУУЧУ НЕГИЗДЕ ЭСЕПТӨӨНҮ ИЗИЛДӨӨ ЖАНА ТАЛДОО

Бул макалада деформациялануучу фундаменттин структуралык изилдөөлөрүнүн деталдуу кароосу жана анализи келтирилген. Изилдөөнүн негизги максаты - колдонуудагы эсептөө методдорун өркүндөтүү менен илимий жана практикалык кызыкчылыктын актуалдуу маселелерин аныктоо. Макалада, конструкцияларды деформациялануучу фундаменттеги ийилүүнүн баштапкы дифференциалдык теңдемесине параметрлерди киргизүү сунушталат. Атап айтканда, фундаменталдык структуранын топурактын пайдубалы менен толук эмес байланышын эске алуу менен, ийкемдүү фундаментте устундардын жана плиталардын орто тегиздигинде колдонулган узунунан турган күчтөрдү эске алуу. Бул өркүндөтүү имараттардын жана курулмалардын пайдубалдарынын структураларынын чыныгы ишин толук чагылдыра алат. Ийкемдүү негизде структураларды эсептөө теориясындагы мындай көйгөйдү коюу буга чейин карала элек болчу.

Негизги сөздөр: деформациялануучу пайдубал; интегралдык өзгөртүүлөр; жалпыланган чечимдердин методу; Винклердин гипотезасы; жылышуу модулу, бириккен модель.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ НА ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ

В данной статье произведен подробный обзор и анализ исследований расчета конструкций на деформируемом основании. Основной целью работы является выявления актуальных вопросов, представляющих научный и практический интерес, путем совершенствования существующих методов расчета. В статье предлагается введение параметров в исходное дифференциальное уравнение изгиба конструкций на деформируемом основании. В частности, учет неполного контакта конструкции фундаментов с грунтовым основанием, учет продольных усилий, приложенных в срединной плоскости балок и плит на упругом основании. Эти совершенствования

могут наиболее полно отображать реальную работу конструкций фундаментов зданий и сооружений. Такого рода постановки задач в теории расчета конструкций на упругом основании ранее не рассматривались.

Ключевые слова: деформируемое основание; интегральные преобразования; метод обобщенных решений; гипотеза Винклера; модуль сдвига; комбинированная модель.

STUDY AND ANALYSIS OF CALCULATION OF STRUCTURES ON A DEFORMABLE BASIS

This article provides a detailed review and analysis of structural analysis studies on a deformable foundation. The main purpose of the article is to identify topical issues of scientific and practical interest by improving the existing calculation methods. In particular, taking into account the incomplete contact of the foundation structure with the soil base, taking into account the longitudinal forces applied in the median plane of beams and slabs on an elastic foundation. These improvements can most fully reflect the real work of the structures of the foundations of buildings and structures. This kind of problem setting in the theory of calculating structures on an elastic foundation has not been considered before.

Key words: deformable base, integral transformations, method of generalized solutions, Winkler's hypothesis, bed coefficient, shear modulus, combined model.

Огромное по своим масштабам строительство, ведущаяся в Кыргызстане и других государствах СНГ, является важнейшей отраслью народного хозяйства. Снижение стоимости и обеспечение необходимой надежности сооружений является одним из важнейших направлений в области капитального строительства. Одним из необходимых условий сочетания надежности и долговечности с экономичностью является повышение качества проектирования путем более широкого применения прогрессивных конструктивных решений, основанных на уточнение реальных условий работы конструкций.

Улучшение экономических показателей в строительстве непосредственно связано с применением более экономичных и прогрессивных конструкций, среди которых большое место занимают конструкции на деформируемом основании. Проблема расчета этих конструкций имеет чрезвычайно большое практическое значение. Оно связано с проектированием многочисленных конструкций зданий и инженерных сооружений: фундаментов промышленных и гражданских зданий, аэродромов и дорожных покрытий, днищ шлюзов и сухих доков, плит гидротехнических сооружений и т.д. Эти конструкции составляют большой удельный вес в общем объеме строительства и это приводит к тому, что всякое уточнение расчета существенно отражается на стоимости. Конструкции, лежащие на деформируемом основании, отличаются большим разнообразием: очень разнообразны грунты, несущие эти конструкции. Много различий также в характере нагрузок, действующих на эти конструкции. Все эти обстоятельства обуславливают постоянное внимание многочисленных исследователей к этой важнейшей области теории сооружений.

Определение необходимых размеров конструкций на деформируемом основании зависит в основном от используемого метода расчета и принятых моделей конструкции и деформируемого основания.

В настоящее время существует множество различных методов расчета конструкций на деформируемом основании, свойства которых описываются различными моделями основания. Выбор моделей деформируемого основания является одной из важнейших

проблем. Это все связано со сложной структурой и различными свойствами грунтов, служащих основанием зданий и сооружений.

Из методологических соображений сначала рассмотрим наиболее распространенные модели оснований.

Наиболее простая модель была предложена в 1798 году русским академиком Н.И.Фуссом, более чем через 60 лет появилась близкая к ней модель Винклера [1]. В первом случае отпор грунта принимается пропорциональным не восстанавливающей осадке основания, а во втором упругой осадке.

С точки зрения математического аппарата модель Фусса-Винклера является простой, так как она приводит к интегрированию простых дифференциальных уравнений. Эта модель дает хорошие результаты для илистых, торфяных, мелкозернистых водонасыщенных песков, просадочных грунтов (на основной территории юга Кыргызстана залегают просадочные грунты), а также в тех случаях, когда деформируется сравнительно тонкий слой грунта [1].

В результате до настоящего времени развиваются методы расчета с использованием гипотезы Винклера. Большие заслуги здесь принадлежат ученым: Н.М.Герсеванову, Г.В. Клишевичу, В.И.Травушу [2,3,4,5].

Однако теория построенная на основе применения коэффициента постели обладает рядом недостатков: отсутствие осадок грунта за пределами нагруженной площади основания, а также зависимость коэффициента постели от способа его определения и, в частности, от размеров пробного штампа. В связи с этим в 30-е годы прошлого XX столетия началась разработка новой модели, которая описывает основание в виде однородного упругого изотропного полупространства. Эта модель была предложена независимо Г.Э. Проктором и К. Вингартом [6]. В создании и внедрении модели упругого полупространства участвовали Н.М. Пузыревский и Н.М. Герсеванов [7]. Дальнейшее развитие эта модель получила также в трудах советских ученых: М.И. Горбунова - Посадова, И.Я. Штаермана, Б.Н. Жемочкина, А.П. Синицына, А.П. Филипова, Б.Г. Коренева, Г.Я. Попова, А.Г. Ишковой и др. [8,9,10].

Новая модель устранила недостатки, присущие гипотезе Винклера, так как применение ее позволило определить осадки поверхности грунта за пределами площади оперения фундаментов. Эта модель также имеет свои недостатки. К примеру ее использование преувеличивает распределительную способность грунтов и приводит к бесконечным значениям напряжений на краях жестких штампов. Разновидностью модели упругого изотропного полупространства является предложенная Г.К.Клейном модель полупространства с модулем упругости, изменяющимся по глубине по степенному закону: $E(z)=E_0 Z^n$.

Б.Г. Кореневу и Г.Я. Попову принадлежат работы по расчету конструкций, лежащих на упругом полупространстве, модуль деформации которого изменяется с глубиной по экспоненциальному закону. $E_z = E_0 \cdot Z^{\gamma^a}$

Среди зарубежных работ отметим работу Р.Е. Гибсона, в которой он рассматривает полуплоскость с модулем сдвига материала, который изменяется по закону: $G(z)=G_0+ mz$, $m=const$.

М.И. Горбунов –Посадов предложил уточнить модель упругого полупространства, рассматривая влияние объемных сил, т.е. веса грунта.

Модели с двумя характеристиками, предложенные М.М. Филоненко-Бородичем, П.Л. Пастернаком, В.З. Власовым и Н.Н. Леонтьевым. Эти модели являются усовершенствующими моделями Винклера. Модель с двумя коэффициентами постели в отличии от винклеровской дает возможность предсказать осадку поверхности основания за пределами нагруженной площади деформируемого основания.

Недостатком модели с двумя коэффициентами постели является то, что расчет по ней дает, кроме распределенной по всей площади плиты реакции основания, дополнительную сосредоточенную погонную реакцию, распределенную по внешнему контуру плиты.

Существуют также комбинированные модели, это комбинация модели упругого полупространства и модели Винклера. Это обобщение принадлежит И.Я. Штаерману, Б.Н. Жемочкину и А.П. Синицину. Это позволило избежать появления по краям плиты теоретически бесконечных реактивных давлений.

В теории расчета конструкций на деформируемом основании установлен определенный взгляд, суть которого выражена еще М.И. Горбуновым-Посадовым, которая заключается в следующем «заранее невозможно пытаться построить какую-либо единую механическую модель грунта, которая давала бы ответ на все вопросы, связанные с расчетом оснований и фундаментов». Поэтому для различных грунтов должны применяться различные модели. Такое подтверждение можно найти в работе Н.А. Цытовича и И.И. Черкасова, которые рекомендуют для просадочных и оттаивающих вспученных грунтов винклеровскую модель, а для основания в виде плотных песчаных и глинистых грунтов тугопластичной, полутвердой и твердой консистенции-модель деформируемого основания, характеризующую модулем общей деформации.

Широко применяются в практике проектирования линейные модели основания, которые намного упрощают расчет конструкции. В конструкциях, для которых влияние нелинейных эффектов невелико, в частности, для протяженных плит, применение линейных моделей наиболее оправдано.

Рассмотрим существующие методы расчета конструкций, лежащих на упругом основании. Многие задачи расчета конструкций, лежащих на винклеровском основании, сводится к решению дифференциальных уравнений в обыкновенных или частных производных.

Метод компенсирующих нагрузок является широко известным методом расчета конструкций на винклеровском упругом основании. Для решения задач об изгибе конечной балки, впервые введен в 1889 году Г.Циммерманом [11], он заключается в рассмотрении бесконечной балки с приложенной в точках, соответствующих концам заданной балки, компенсирующих нагрузок, величина которых выбиралась из удовлетворения граничным условиям. Развитие метода для расчета балок приведены в трудах Г.В. Клишевича и Б.Г. Коренева [12].

Долгое время компенсирующие нагрузки применялись лишь только для решения балок. В дальнейшем Б.Г. Корневым метод компенсирующих нагрузок был распространен на решения задач об изгибе плит. В этом случае компенсирующее решение получалось как результат действия специальным образом выбранных нагрузок, прикладываемых в расширенной области вне заданной [12].

В последнее время получили широкое распространение методы решения дифференциальных уравнений, основанных на использовании интегральных преобразований. Они значительно упростили решение многих известных задач и позволили

получить ряд новых результатов. При решении дифференциальных уравнений для бесконечных областей с успехом применяют интегральные преобразования Фурье и Ханкеля, имеющие простые ядра. В остальных случаях интегральные преобразования могут быть использованы только для определенного типа областей и граничных условий, которые позволяют разделить переменные в заданной системе координат.

Развитие теории интегральных преобразований привело к применению методов обобщенных решений, заключающихся в использовании обобщенных функций для решения дифференциальных уравнений. Эти методы были предложены В.С. Владимировым, для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. В дальнейшем метод обобщенных решений был использован И.Ф. Образцовым для решения задач об изгибе балки на винклеровском основании.

В.И. Травушем был разработан метод обобщенных решений суть которого заключается в том, что введение обобщенных функций позволяет распространить дифференциальные уравнения равновесия конструкций, заданные в ограниченной области, на неограниченную, что позволяет для их решения применить интегральные преобразования Фурье. Этот метод был применен для решения дифференциальных уравнений в частных производных, которые получаются при расчете различных схем плит на линейно-деформируемом основании, который позволил решить ряд практических задач.

При расчете плит большой протяженности в зависимости от места приложения нагрузки, встречаются задачи об изгибе бесконечной, полубесконечной и четвертьбесконечной плит. Задача о расчете бесконечной плиты на упругом основании является одной из наиболее разработанных в теории расчета конструкций на деформируемом основании. Ее решение приведено в работах [13,14,15].

Более сложны задачи об изгибе полубесконечных плит, они рассматривались рядом авторов для различных моделей основания. Решение же задачи об изгибе четвертьбесконечной и прямоугольной плит в точной постановке получено только для основания Винклера [12,13,14,15].

Более сложным является расчет конструкций при использовании моделей с распределительными свойствами. В этих случаях задачи формулируются в виде интегродифференциальных систем, простых или кратных интегральных уравнений.

Выше рассмотренный краткий обзор наиболее эффективных методов исследования задач о расчете конструкций на упругом основании показывает, что для многих из этих конструкций надо совершенствовать методы расчетов с учетом их реальной работы. Любое уточнение методов расчета должно привести к более экономичным решениям и, следовательно, к уменьшению трудозатрат и материалов на возведение конструкций. Кроме того, разработка более простых методов расчета позволит уменьшить сроки проектирования этих конструкций и таким образом, снизить удельный вес проектных работ. Развитие теории расчета конструкций на деформируемом основании является важнейшей задачей строительной механики. Актуальной, как с научной точки зрения, так и практической значимости является совершенствование существующих методов расчета, которые наиболее полно отображали бы реальную работу конструкций. Этого можно добиться, если учесть некоторые параметры в расчетах, которые учли бы многие факторы, приближающие реальной работе конструкций. В частности, к этим параметрам относятся учет просадки грунта на отдельных участках под фундаментами зданий и сооружений. С такого рода задачами проектировщики сталкиваются при проектировании фундаментов зданий и

сооружений на просадочных грунтах. Если учесть, что на основной территории Юга Кыргызстана, да и на всей Ферганской долине залегают просадочные грунты, этот вопрос приобретает определенный научный и практический интерес. Другим параметром, подлежащим учету при расчетах, является учет продольных усилий, приложенных в срединной плоскости конструкций фундаментов. Результаты этих исследований позволят приблизиться к реальной работе конструкций.

Выводы:

1. Следует отметить, что учет некоторых параметров, учитывающих условия, приближенные к реальной работе конструкций на деформируемом основании, а также одновременный учет нескольких параметров представляет, как научный интерес, так и практическую значимость;

2. Такого рода постановка задач в теории расчета конструкций на деформируемом основании ранее не рассматривались;

3. Вышеуказанные задачи целесообразно исследовать, используя численные методы решения, а также большой интерес представляют получение точных аналитических решений для доказательства достоверности полученных результатов.

Список литературы:

1. **Winkler, E.** Die Lenrue von der Elastizitat festigkeit [Текст] / E.Winkler.- Praga, 1967.- 338 p.
2. **Корнев, Б.Г.** Вопросы расчеты балок и плит на упругом основании [Текст] / Б.Г. Корнев. - М.: Госстройиздат, 1954. - 231 с.
3. **Маруфий, А.Т.** Расчет плит на упругом основании при отсутствии основания под частью плиты Н.Ж. Основания фундамента и механика грунтов [Текст] / А.Т. Маруфий.- Москва, 1999, С. 27 - 31.
4. **Маруфий, А.Т.** Изгиб различных схем плит на упругом основании с учетом неполного контакта с основанием [Текст] / А.Т. Маруфий. - М.: А.С.В. СНГ, 2003. - 206 с.
5. **Травуш, В.И.** Метод обобщенных решений в задачах изгиба плит на линейнодеформируемом основании [Текст] / В.И. Травуш // Строительная механика и расчет сооружений.- 1982, № 1.
6. **Wieghart, K.** Uber den Balken auf nachgieber Unterlage [Текст] / K. Wieghart // Zeitschrift fur Angew Math and Mech., Bd2,Н.3, 1922. – 86р.
7. **Герсеванов, Н.М.** О применении теории упругости к расчету оснований [Текст] / Н.М. Герсеванов // Труды МИИТ, 1929, С.19 - 29.
8. **Горбунов-Посадов, М.И.** Балки и плиты на упругом основании[Текст] / М.И. Горбунов-Посадов.- М.: Машстройиздат, 1949. - 238 с.
9. **Жемочкин, Б.Н.** Практические методы расчета фундаментных балок и плит на упругом основании [Текст] / Б.Н. Жемочкин, А.П. Сеницын.- М.: Госстройиздат, XXVIII, 1962.-239 с.
10. **Ишкова, А.Г.** Изгиб полосы и круглой пластинки на комбинированном основании [Текст] / А.Г. Ишкова // Инженерный журнал, 1962, №2. - С. 270 - 278.
11. **Zimmermann, H.** Die Beredhnung des Eibahn-oberbaues [Текст] / H. Zimmermann.- Berlin, 1988 - 186 p.
12. **Корнев, Б.Г.** Вопросы расчеты балок и плит на упругом основании [Текст] / Б.Г. Корнев. - М.: Госстройиздат, 1954. - 231 с.
13. **Marufii, A.T.** - Influence of Local Wetting of Loess Soil on the Redistribution of Pressures Under Foundations [Текст] / A.T. Marufii, V.I. Travush, A.V. Tsoi // Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2016, Volume 53 Issure 2. - Pp 67 - 70.

14. Zimmermann, H. Die Berechnung des Eibahn-oberbaues [Текст] / H. Zimmermann.- Berlin, 1988 - 186 p.
15. Маруфий, А.Т. Математическое моделирование задач изгиба различных осей плит на деформируемом основании с особенностью в оснований [Текст] / А.Т. Маруфий, К.Т. Мансуров. - Б.: Илим, НАН КР, 2014. - 145 с.

Поступила в редакцию 24.02.2021 г.

УДК 681.3+519.1

Ормонова Э. М.

аспирант Кыргызско -Узбекского Междун. универ., Кыргызская Республика

ГРАФТЫН ТЕОРИЯСЫНЫН НЕГИЗИНДЕ ПРОГРАММАЛЫК КАРАЖАТТЫН САПАТЫН АНЫКТОО

Бул макалада изилдөөнүн предмети катары компьютердик программа, тактап айтканда Pascal ABC программалоо тили алынды. Изилдөөнүн максаты графтын теориясын колдонуу менен программалык каражаттын сапатын аныктоо, графтын теориясы үчүн А. Н. Колмогоровдун дифференциалдык теңдемесин түзүү жана квадраттык матрицанын жардамында ал теңдемени чыгаруу болуп эсептелет. Жумушту аткарууда программалык каражаттардын сапатын аныктоо үчүн графтын теориясы жана Марковдун чынжыры колдонулат. Багытталган графты колдонуу менен программанын ишенимдүүлүгү аныкталды, ал эми алгебралык теңдемелер системасы квадраттык матрицаны колдонуу менен чыгарылды. Изилденип жаткан, багытталган граф үчүн Колмогоровдун дифференциалдык теңдемелер системасы алынды жана математикалык модели түзүлдү, Марковдун чынжыры жана графтын теориясы методдору менен программалык каражаттын сапатын баалоо жолдору иштелип чыкты. Бул макаланын өзгөчөлүгү компьютердик программага граф түзүү болуп эсептелет. Багытталган графтын негизинде түзүлгөн, Колмогоровдун теңдемесинин жардамында компьютердик программанын сапатынын ыктымалдуу баалоосунун модели сунушталды.

Негизги сөздөр: графтын теориясы; марковдун чынжыры; программалык каражаттын сапаты; дифференциалдык теңдеме; программалоо тили.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ

В данной статье предметом исследования является компьютерная программа, а именно язык программирования Pascal ABC. Поставлена цель определения качества программного продукта с использованием теории графов, составления дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова для теории графа и решение этих уравнений с помощью квадратной матрицы. В работе для определения качества программного продукта используется теория графов и цепи Маркова. Надежность программы определено с использованием ориентированного графа, система алгебраических уравнений решена с использованием квадратной матрицы. Создана математическая модель и получена система дифференциальных уравнений Колмогорова для исследуемого, ориентированного графа, разработаны способы оценки качества программного средства методами