

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Самаркандский Государственный Архитектурно – Строительный институт
им. Мирзо Улугбека

На правах рукописи

Курбонов Баходир Иркинович

**«Влияний формы и размеров фундамента на напряженно –
деформированного состояния основания
(на примерах увлажненных лессовых и просадочных грунтах)»**

Специальность: (5А58201) – Строительство здания и сооружения

Диссертация

Для получения степени магистра по специальности
«Строительство зданий и сооружений»

Руководитель темы

к.т.н. доц. Хонкелдиев М.М. _____

Заведующий кафедрой

д.т.н. проф. Раззоков С. Р.

САМАРКАНД – 2012 г.

Мирзо Улуғбек номидаги
Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти

“ТАСДИҚЛАЙМАН”
Магистратура бўлими бошлиғи
Мухаммадиев У.А. _____

“ _____ ” “ _____ ” 20__ йил

**МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ ИШИ БЎЙИЧА
“ТОПШИРИҚ ВАРАҚАСИ”**

“Магистратура” бўлими

5А580201-“Бино ва иншоотлар қурилиши” мутахассислиги

1. Бажарувчи Курбонов Баходир Иркинович

2. Диссертация мавзуси «Влияний формы и размеров фундамента на напряженно – деформированного состояния основания (на примерах увлажненных лессовых и просадочных грунтах)»

Магистрантнинг диссертация мавзуси ва илмий раҳбари институт илмий кенгашининг 2011 йил «23» «феврал» даги №7 трақамли мажлис байённомаси билан тасдиқланган.

3. Мавзунинг долзарблиги, диссертация ишининг мақсади, илмий янгилиги ва амалий (таълим, иқтисодиёт, ижтимоий, фан-техника, экология, меҳнат муҳофазаси ва ҳ.к.) аҳамияти.

Мавзу ҳозирги пайтда долзарб ва замон талабига тулик жавоб беради.

4. Диссертация ишини бажариш учун тавсия қилинадиган илмий, ўқув - услубий адабиётлар ва бошқа манбалар (дарслик, электрон дарслик, монография, ўқув қўлланмалари, илмий мақолалар, маърузалар матни, интернет манбалари ва ҳ.к.)

1. Абелев М.Ю., Рязанов Н.С. натурные исследования распределения напряжений в основании круглых жестких штампов на водонасыщенных глинистых грунтах. Сборник трудов. Строительство на слабых грунтах, Рига, 1970.

2. Абелев Ю.М. исследование деформации основания уплотненного песчаными сваями. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. № 2, 1961.

3. Бабков В.Ф. Обзор экспериментальных работ по измерению напряжений в грунте. Труды ДорНИИ, вып. 1, М., 1938, издание Гушосдора.

4. Егоров К.Е. К расчету деформации оснований (Сборник статей) Москва 2002 г.

5. Цытович Н.А., Абелев М.Ю., Сидорчук В.Ф., Полищук А.И., Экспериментальные исследования напряженно- деформированного состояния лессовых грунтов в основании жестких штампов. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №3, 1979.

6. Цытович Н.А., Механика грунтов. Госстройиздат, М., 1963, 1973, 1979.

7. Черкасов И.И. механические свойства грунтовых оснований. Автотрансиздат, 1958.

8. Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве М. изд.-во, Транспорт, 1976.

5. Диссертация иши бўйича маълумотлар тўплаш ҳамда тадқиқот ишлари олиб бориш манбалари ва жойлари (илмий кутубхона, илмий лаборатория, интернет тармоғи, ташкилот, корхона, Фанлар Академияси тармоқ институтлари ва бошқа таълим муассасалари)

СамДАКИнинг «ахборот ресурслар марказининг илмий адабиётлар, диссертация ва мақолалар» бўлими «Қурилиш технологиялари ва гетехника» кафедрасининг илмий текшириш лабораторияси, интернет тармоғи, Уз ФА Самарқанд филиали ва СамДАКИ «ККБ ва И» кафедраси илмий адабиётлари.

6. Диссертация ишини тайёрлаш бўйича бажариладиган ишлар

РЕЖАСИ

№	Бажариладиган ишнинг мазмуни	Бажарилиш муддати	Бажарилганлиги ҳақида белги
1.	Вазифанинг қўйилиши. Мавзунинг долзарблиги, ечилаётган ёки ўрганилаётган муаммонинг моҳияти ва мақсади, амалий аҳамияти (магистрлик диссертация иши мавзусини танлаш, мавзунинг долзарблигини асослаш).		Хисобот
2.	Илмий (ёки илмий-техник, илмий-ижодий) изланишлар олиб бориш, касбий муаммоларни кўра олиш ва уларни ечишнинг умумий услублари ва йўллари ўрганиш.		Хисобот
3.	Илмий техник, техник-иқтисодий ва бошқа талабларни шакллантириш, қўйилган масалаларни ечиш услубларини кўриб чиқиш ва энг самаралисини аниқлаш. Ўқув ва илмий-тадқиқот ишлари даврида олинган ахборотларни матн ёки тасвирлар (чизма, схема, расм, графика) шаклида намоён қилиш.		Хисобот
4.	Олиб борилган тажрибалар, тадқиқот ишлари, натижаларни умумлаштириш ва таҳлил қилиш (боб, параграфи, бўлим ёки қисмлар бўйича). Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти бўйича хулосалар қилиш ва уларни амалда қўллаш учун таклифлар бериш.		Хисобот
5.	Диссертация ишининг дастлабки ҳимоясига тайёргарлик кўриш ва магистрик диссертацияси матнини тайёрлаш. Магистрик диссертациясини талаб даражасида (Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2008 йил 30 майдаги 159-сонли буйруғи асосида) расмийлаштириш ва унинг ҳимояси учун зарурий кўرғазмалар воситаларини (жадваллар, расмлар макет, графиклар, мултимедиялар, имитацион моделлар, диаграмма, стенд ва ҳ.к.) тайёрлаш.		Диссертациянинг кул езмаси
6.	Диссертация ишига ички ва ташқи тақриз, илмий раҳбарнинг мулоҳазасини олиш ва магистрлик		

диссертациясини химояси учун зарурий хужжатларни тўплаш. Магистрлик диссертациясини дастлабки химояга тайёрлаш.		Диссертация
---	--	-------------

Кафедра мудири:

Разоков С. Р.
(Ф.И.Ш.)

(имзо)

«14» сентябр 2011 йил

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	7
2. Глава. 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЯ (Обзор)	
1.1 -§ Обзор основных теоретических исследований напряженно- деформированного состояния основания.....	11
1.2-§ Обзор и анализ экспериментальных исследований напряженно- деформированного состояния основания жестким штампов различной формы и размеров.....	13
1.3-§ Цель и задачи методы исследований.....	16
3. Глава. 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛОТКОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗУЧЕНИЮ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЙ ЖЕСТКИХ ШТАМПОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ.	
2.1-§ Инженерно-геологические условия опытной площадки и физико- механические свойства грунтов.....	17
2.2-§ Методика проведения штамповых опытов в лотке.....	23
2.3-§ Выводы по главе 2.....	36
4.Глава.3 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ КРУГЛОГО И ПРЯМОУГОЛЬНОГО ЖЕСТКОГО ШТАМПА ПЛОЩАДЬЮ $F= 180, 600, 10000, 18000 \text{ см}^2$.	
3.1-§ Основные закономерности взаимодействия жестким штампом с влажным лессовых основанием.....	37
3.2-§ Сравнения напряженно-деформированного состояния в оснований жесткими круглым и прямоугольных различной формы и размеров (18000 см^2).	54

3.3-§ Выводы по главе 3.....	67
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Указ Президента Республики Узбекистана «О мерах по дальнейшему совершенствованию архитектуры и градостроительства в Республике Узбекистана» [5] требует не использовать плодотворные земли под строительство промышленных и жилых комплексы.

По этому на территории Узбекистана многие промышленные и жилые комплексы приходится возводить в сложных инженерно-геологических условиях, в том числе и на просадочных лессовых грунтах, площадь распространения которых на территории Узбекистана составляет - **20%** .

Анализ многолетнего опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений на просадочных лессовых грунтах Средней Азии, Украины, Молдавии и многих районов РСФСР показывает, что при застройке территорий и их хозяйственном основании неизбежно происходит повышение влажности лессовых грунтов. Основанными причинами этого является: подъём почвенно-грунтовых вод, изменение естественных путей стока атмосферных и талых вод, утечка воды из инженерных коммуникаций, емкостей, бассейнов, гидромелиоративных каналов и водохранилищ, а также нарушение естественных условий аэрации при экранировании территорий.

При повышении влажности лессовых грунтов, начиная с глубины, на которой природное давление превышает начальное просадочное давление происходит просадка и уплотнение грунтов от собственного веса. Однако во всех случаях верхняя часть толщи лессовых грунтов, где природное давление меньше начального просадочного давления просадочности, при водонасыщении остается недоуплотненной.

В настоящее время большинство расчетных схем при проектирование оснований и фундаментов базируются на теории линейно-деформируемой среды, как установлено экспериментальными исследованиями, напряженно-деформированное состояние лессовых грунтов (особенно влажных) в основании фундаментов часто не отвечает прогнозируемому по теории линейно-

деформируемой среды. Из-за этого наблюдались случаи аварий зданий и сооружений, которые требуют затрат значительных средств на ремонтно-восстановительные работы.

Изучение напряженно-деформированного состояния влажных лессовых грунтов, выявление степени отклонения фактических деформаций от прогнозируемых по какой-либо теоретической модели, возможно только на основе комплексных натурных исследований.

Предварительный прогноз целесообразности исследований в этом направлении на основе упрощённых расчетных схем показывает, что изучение перечисленных выше задач позволит получить дальнейшее резервы и повысить надёжность проектирования фундаментов на влажных лессовых грунтах.

Целью данной работы являлось комплексное исследование напряжённо-деформированного состояния оснований из влажных лессовых грунтов под жёсткими штампами различной формы и размеров сравнение полученных результатов с теоретическим решениям, а также установление пределов применимости теории линейно-деформируемой среды к расчёту таких оснований.

Комплексность исследований заключалась в одновременной измерении осадки и деформации поверхности основания за пределами штампов, вертикальных и горизонтальных напряжений и перемещений в основании на различных глубинах от подошвы опытных штампов.

Для достижения поставленной цели были проведены лабораторные опыты в лотке со штампами различной формы - круглый штамп $A = 180 \text{ см}^2$ $D = 15,14$ см, прямоугольной штампы соотношением сторон $l : b = 1:1, 1:2, 1:5$ площадью $A = 180 \text{ см}^2$, а также были использованы данное натурных опытов с круглым и прямоугольным штампами площадью $A = 18000 \text{ см}^2$ на влажных лессовых грунтах ненарушенной структуры приведенный в работе доц. М. Хонкелдиева [78]

Научная новизна работы состоит в том, что в результате выполненных исследований отработана методика проведения лотковых штамповых исследований напряжённо-деформированного состояния лессовых грунтов

естественного сложения; комплексно исследованы закономерности распределения вертикальных и горизонтальных напряжений и перемещений в лессовом основании под круглым и прямоугольным штампов; проанализированы экспериментальные данные и качественно оценены различия в распределении напряжений и деформаций под круглым и прямоугольным штампами; установлены пределы применимости теории линейно-деформируемой среды для решения инженерных задач при строительстве в лессовых грунтах.

Практическое значение. Полученные результаты исследований позволят оценить напряженно-деформированное состояние основания фундаментов, имеющих различную площадь и форму в плане.

На защиту выносятся:

Результаты лотковых экспериментальных исследований: осадок штампов, различной формы и размеров, деформация поверхности вокруг штампов, закономерности распределения вертикальных и горизонтальных напряжений и перемещений в основании лессовых грунтов, под жёсткими круглым и прямоугольным штампом площадью $A = 180; 600; 10000$ и 18000 см^2 , анализ их и обобщение.

Работа состоит из троих глав и введения.

Первая глава посвящена обзору современного состояния теоретических и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния грунтов в основании фундаментов. Выполнен анализ основных теоретических и экспериментальных исследований по изучению напряженно-деформированного состояния оснований фундаментов. В конце главы сформированы основные задачи диссертационной работы.

Во второй главе излагается методика проведения лабораторного лоткового эксперимента с изучением напряженно-деформированного состояния влажных лессовых грунтов в основании жестких штампов.

Описываются инженерно-геологические условия, физико-механические свойства грунтов, а также результаты испытаний лессовых грунтов

компрессионному и срезом приборе. Приводятся краткие характеристики используемых в опытах конструкций, измерительных приборов, методика проведения лабораторного штампового опыта в лотке.

В третьей главе представлены основные результаты экспериментальных исследований по изучению напряженно-деформированного состояния влажных лессовых грунтов. Рассматриваются отличительные особенности распределения вертикальных, горизонтальных напряжений и перемещений во влажном лессовом основании круглого и прямоугольного штампов. Анализируются влияние формы и размеров штампа (фундамента) на напряженно-деформированное состояние основания. Проводится сравнительный анализ экспериментальных данных с аналитическими решениями.

ГЛАВА I.СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЙ.

1.1-§ Обзор теоретических исследований напряженно-деформированного состояния основания

Грунт по своей природе является сложной физической средой, свойства которой зависят от целого ряда факторов: вида грунта, его вещественного состава физического состояния, природного сложения и свойств структурных связей и т.д. В связи с этим, при построении различных теорий приходится прибегать к схематизации рассматриваемых явлений и свойств изучаемых грунтов. Выявляя, в зависимости от изучаемого вопроса, выше указанное отражающие явления вводят некоторые допущения соответствующие принятому схематизированному представлению, которые часто называют расчетными моделями.

К настоящему времени в литературе имеется значительное количество работ по теоретическому исследованию различных моделей грунтовых оснований, которые отражены в трудах К. Терцаги [70], М.Н. Герсеванова [32], Н.А. Цытовича [84], М.И. Горбунова-Посадова [36,37,38,39], К.Е. Егорова [39,40,41,42,43], М.В. Малышева [60,61], Н.Н. Маслова [62], В.А. Флорина [76], Г.К. Клейна [48,49,50,51], Ю.К. Зарецкого [44,45], И.И. Черкасова [86,87], М.Н. Гольдштейн [32,33,34,35], Б.И. Долматова [42], С.С. Вялова [27], И.А. Симвулиди [74], М.Е. Харра [81], О.К. Фрелиха [80] и многих других.

Анализ перечисленных выше работ показал, что наиболее распространенной в практике проектирования оснований является модель линейно-деформируемой среды, основанная на предположении, что при сохранении сплошности, существовании линейной зависимости между напряжениями и деформациями, грунтовая среда может быть принята как

линейно деформируемая, для которой могут быть использованы соответствующие решения теории упругости.

На базе модели линейно-деформируемой среды разработано несколько расчетных моделей.

1. Расчетная модель однородного линейно-деформируемого полупространства разработана достаточно широко и теория распределения напряжений и деформаций по ней освещена в работах [44,88,86].

2. Модель основания конечной толщины используется прежде всего при расчете деформаций грунтов, если недеформируемый массив (скала) залегает на глубине $H < B$. По сравнению с моделью однородного линейно-деформируемого полупространства эта модель достовернее отражает работу основания, которая характеризуется концентрацией напряжений и деформаций в верхней части. При этом мощность конечного слоя рекомендуется принимать равной глубине деформируемой зоны основания, определяемой по СНиП 202.01-98.

3. С развитием экспериментальных исследований было установлено что деформация грунта с глубиной убывает значительно быстрее, чем следует из теории упругости и модель упругого полупространства несколько преувеличивает распределительную способность грунта [37]. Чтобы учесть быстрое затухание деформации в грунтах с глубиной Г.К. Клейном [44], была предложена модель с возрастающим по глубине модулем общей деформации грунта, т.е. где модуль общей деформации грунта является непрерывной функцией глубины [49].

4. Вопросам разработки модели грунтовой среды с возрастающим по глубине модулем общей деформации посвящены работы И.И. Черкасова, М.Н. Гольдштейна. [88,35].

Рассмотренные выше модели широко используются в практике проектирования. Однако, заложенные в них условные приемы, не всегда отвечают требованиям практики.

5.В последние годы развиваются методы расчета осадок фундаментов, базирующиеся на **модели нелинейно-деформируемого грунтового тела**, т.е. где зависимости между эффективными напряжениями и стабилизированными деформациями грунта нелинейный.

Для расчета грунтовых оснований с учетом нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями Е.Ф. Винокуровым [26,18], был применен итерационный метод. При решении задач использовалась теория малых упруго-пластических деформаций А.А. Ильюшина [47]. Система дифференциальных уравнений решалась методом конечных разностей с реализацией на ЭВМ.

1.2-§ Обзор и анализ экспериментальных исследований напряженно- деформированного состояния основания

Задача исследования напряженно-деформированного состояния основания при действии внешних сил является главной в механике грунтов и решение ее для различных случаев загрузки имеет важное практическое значение.

Прогнозирование поведения основания под влиянием внешних и внутренних воздействий возможно лишь в том случае, если оно базируется на надежных результатах экспериментального изучения напряженного состояния. Надежность и достоверность полученных экспериментальных данных существенным образом зависят от конструкции и точности измерительных приборов, применяемых для замера напряжений, как на контакте штампа, так и в глубине исследуемого массива грунта. В связи с этим целесообразно дать краткий обзор в сплошных средах, методик измерения и отметить их недостатки.

Впервые основные требования, предъявляемой к измерительным устройствам, были сформулированы Г.И. Покровским и В.Г. Булычевым [66]. Обзор работ по измерению напряжений и дополнительные исследования сделаны В.Ф. Бабковым [20]. Вопросы методики измерения напряжений в грунте и анализ результатов этих измерений приведены в работах Д.С. Баранова [22,23,24], В.З. Хейфица [80,81,82,83], В.Ф. Лазебника [54,55,56] и др.

Обобщение результатов, проведенных экспериментальных исследований приведено в работе Д.С. Баранова [22,23,24] и В.Ф. Сидорчика [69], в которых были сделаны выводы и рекомендации, являющиеся в настоящее время основными при выборе типа преобразателя давления грунта для проведения измерений напряжений в грунтах.

Для определения величины осадки фундаментов необходимо знать закономерность распределения напряжений внутри основания. Изучению этой задачи посвящены работы М.Ю. Абелева и др. [16], Л.Т. Абрамова и др. [19], В.Ф. Бабкова [20], С.С. Вялова и др. [27], Довнарлович и др. [41], Г.И. Кравцова [52], Ломизе и др. [58,59], Г.Е. Лезебника и др. [56], М.Н. Окулова . [59,60], Г.И. Покровский и Булычев В.Г. [66], М.В. Малышев и Г.А. Скромнина [71,72], В.Ф. Сидорчука [69], И.С. Федорова [75], Д.К. Ферлиха [77], Н.А. Цытовича [85], Ю.Н. Мурзенко и В.В. Ревенко [64] и др.

К наиболее ранним исследованиям напряженного состояния грунтовых оснований следует отнести опыты Кеглера и Шейдига [77], Хуги и Гербера [77], В.Д. Бабкова [20], И.С. Федорова [75] и др. Опытами было установлено, что под жесткими штампами вертикальные напряжения σ_z концентрировались в пределах подошвы штампа и в меньшей степени распространялись в стороны, как это следует из решения теории упругости, но четких объяснений этому явлению дано не было. Эти обстоятельства являлись в свое время причиной введения эмпирических коэффициентов так называемых «коэффициентов концентрации напряжений» в классические формулы Фламана и Буссинеска, что позволило получить большие величины нормальных вертикальных напряжений [42,43,48, 75, 86].

Концентрацию вертикальных напряжений по сравнению с теорией упругости отмечали также Д.С. Баранов [22,23], Г.М. Ломизе И Г.И. Кравцов [59,52], Г.Е. Лазебник [56], М.В. Малышев и др. [60,61] и др.

Опыты И.С. Федорова [75] показали расхождение эпюр горизонтальных напряжений для вертикалей, расположенных на различном расстоянии от центра штампа, с решением теории упругости. По его предположению эти расхождения

вызваны неполным подчинением грунта (особенно вблизи штампа) теории линейно- деформируемых тел. Аналогичные результаты были получены М.Н. Окуловой [64], Г.А. Скромным [72,73], Г.И. Кравцовым [52]. Авторы отмечают, что значение напряжений в основании круглого штампа полученные экспериментальным путем значительно превышает их значения, полученные по теории упругости.

В опытах Н.А. Цытовича, М.Ю. Абелева, В.Ф. Сидорчука и А.И. Полищука, М.М Хонкелдиева [83], проведенных на лессовых грунтах г.г. Грозный и Георгиевск, была усовершенствована методика измерения напряжений в грунтах естественно сложения, что позволило с хорошей степенью достоверности решать комплексную задачу оценки напряженно-деформированного состояния основания.

Таким образом, анализ экспериментальных исследований по изучению напряженного состояния основания позволяет сделать следующие выводы.

1. На напряженное состояние грунтов под штампом оказывает влияние форма и размеры фундаментов и цикличность нагрузжений (С.В. Довнарвич, В.Ф. Сидорчук , М.М Хонкелдиев и др.);

2. Анизотропность основания (Б. М. Бобштынский, И.П. Партаев);

3. На песчаных и глинистых грунтах возникает концентрация напряжений непосредственно под штампом, вследствие этого фактическое напряженное состояние основания отличается от решений теории линейно-деформированной среды (Г.И. Скромин, Г.Е. Лазебник, Г.И. Кравцов, В.Ф. Петрянин, А.И. Полешук и др.).

Таким образом, обзор ранее проведенных экспериментальных исследований по изучению напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований позволил выявить различные экспериментальных данных от полученных по теории линейно-деформируемой среды. Следует отметить, что объем измерений в рассмотренных работах явно не удовлетворяет требованиям детального анализа напряженно-деформированного состояния грунтового основания. Большинство экспериментальных работ были посвящены исследованию или напряженного,

или деформированного состояния. Натурных экспериментов, в которых бы комплексно исследовалось напряженно-деформированное состояние основания проведено очень мало. Нет вообще комплексных натуральных экспериментальных исследований во влажных лессовых грунтах ненарушенной структуры со штампами различной формы и размеров. Это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований напряженно-деформированного состояния таких грунтов.

1.3-§ Цель и задачи методы исследований

Целью работы являлось комплексное исследование в лотке напряженно-деформированного состояния оснований из лессовых грунтов естественного сложения под жесткими штампами одинаковой площади круглой ($D=15,14$ см) и прямоугольной ($b \times l=30 \times 6$ см) формы, сравнение полученных результатов и установление пределов применимости теории линейно-деформируемой среды к расчету таких оснований.

В соответствии с поставленной целью в задачу исследований выходила:

1. Отработка методики проведения лабораторных лотковых исследований по изучению напряженно-деформированного состояния штампами одинаковой площади различной формы лессовых грунтах естественного сложения.

2. На основе проведенных натуральных и лабораторных лотковых испытаний установить закономерности распределения вертикальных, горизонтальных напряжений и перемещений оснований из лессовых грунтов под жесткими штампами различной формы и размеров.

ГЛАВА II. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛОТКОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗУЧЕНИЮ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЙ ЖЕСТКИХ ШТАМПОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ.

2.1-§ Инженерно – геологические условия опытной площадки и физико – механические свойства грунтов

Лабораторные лотковые исследования, связанные с изучением напряженно–деформированного состояния лессовых грунтов в основании моделей фундаментов (штампов) в объеме поставленной задачи потребовалась провести оценку инженерно – геологических условий опытной площадка, исследовать физико – механических и прочностных свойства грунтов а также отработать методику проведения крупномасштабных штамповых испытаний с изучением напряженно – деформированного состояния. Лабораторные исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Строительной технологии и геотехники» СамГАСИ.

Лабораторные лотковые экспериментальные исследования по изучению напряженно–деформированного состояния оснований фундаментов были выполнены в лотке конструкции СамГАСИ (автор М. Хонкелдиев) грунты. Опытная площадка представлена четвертичными эолово – делювиальными отложениями.

Геологический разрез площадки: до глубину $0,6$ м находится почвенно – растительный слой (PQ_{IV}). С глубины $0,6$ м залегает слой супеси (dQ_{IV}) полевого цвета, макропористый, присадочный, толщиной до 5 м. Ниже на всю вскрытую глубину залегает неприсадочная, твердая глина с редким включением гравия, гипса известковых солей. Грунтовые воды залегают на глубине 6 м .

Геологический разрез опытной площадки, физико – механические свойства лессовых грунтов опытной площадки изучались по монолитам и кернам,

отобраны из опытной площадки с глубины от 1 до 6 м. Результаты лабораторных исследований физических свойств даны приведены в таблице 2.1.

Физико – механические свойства и классификационные показатели грунтов опытной площадки для каждой точки определена как среднее арифметическое 4-6 измерений (таблица 2.1)

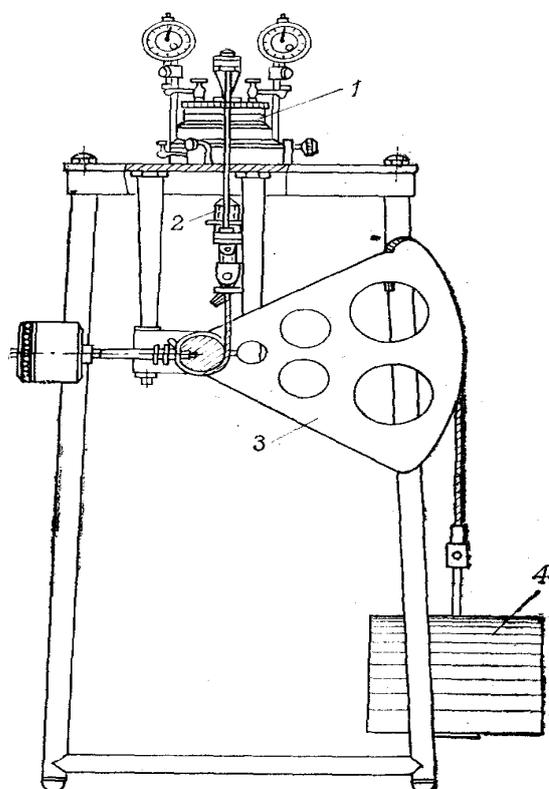
Таблица 2.1

Лессовое основание экспериментальных площадок СамГАСИ	Глубина отбора проб в м	Плотность грунта ρ_0 г/см ³	Плотность частиц грунта ρ_s г/см ³	Весовая влажность W %	Плотность сухого грунта ρ_d г/см ³	Коэффициент пористости e	Степень влажности, Sr %	Влажность на границе пластичности W_p %	Влажность на границе текучести W_L %	Число пластичности J_p	Показатель текучести J_L
1	1-1.5	1.77	2.66	18	1.46	0.77	0.72	21.0	27.44	6.44	-0.46
2	1.5-3	1.78	2.66	19.1	1.46	0.78	0.76	21.1	27.32	6.22	-0.32
3	3-5	1.79	2.66	20	1.46	0.78	0.80	21.3	27.34	6.04	-0.18

Влажность лессового грунта по глубине основания меняется незначительно (2 – 3%) и может быть принята равной среднему значению $W=18\%$. Объемный вес грунта, лежащего в пределах от 1 до 6 м от поверхности основания меняется в пределах 1,76 – 1,79 г/см³.

Для определения анизотропии и однородности лессового основания опытных площадок была изучена сжимаемость грунтов в вертикальном и горизонтальном направлении. Исследования проводились на отобранных с глубины 1 – 5 м монолитах грунтов естественной влажности в компрессионных приборах. Из каждого монолита в вертикальном и в горизонтальном направлении вырезались по два образца. Результаты исследований приведены в таблице 2.2, 2.3.

Анализ инженерно – геологических условий и проведенные лабораторные исследования (таблица № 2.2) показали, что грунты опытной площадки можно считать практически изотропными и однородными.



При определении деформационных параметров и просадочных свойств лессовых грунтов были использованы компрессионные приборы *КПр ТУ 34-3040-79* (рис 2.2). Компрессионные прибор состоит из станины, рычажного устройства и одометра. Рычажное устройство прибора позволяет увеличивать приложенную нагрузку в 10 раз. Нагружении образцов производилась ступенями. Образцы грунтов, испытываемых в одометре, имели высоту 25 мм и площадь поперечного сечения 60 см².

Рис. 2.1. Общий вид компрессионного прибора.

1–одометр; 2–рама для передачи нагрузки на грунт; 3– рычажное устройство для передачи нагрузки; 4–гире.

Результаты компрессионных испытаний

Таблица 2.2

Среднее давление, кг/см ²	Относительная деформация		$\Delta = \frac{\delta_{Г} - \delta_{В}}{\delta_{В}} \cdot 100\%$ Разница %
	вер	гор	
0,50	0,0068	0,0065	4.4
1,00	0,0130	0,0127	2.3
1,50	0,0170	0,0163	4.1

2,00	0,0210	0,0205	2.4
2,50	0,0240	0,0231	3.7
3,00	0,0250	0,0242	3.2

Деформационные свойства лессовых грунтов опытной площадки оценивались коэффициентом относительной деформации, компрессионным модулем общей деформации, которые определялись по результатам компрессионных испытаний рис. 2.2.



Средние значения компрессионных модулей общей деформации приведены в таблице 2.3.

Результаты компрессионных испытаний

Таблица 2.3

Среднее давление кг/см ²	Компрессионные модули общей деформации лессовых грунтов, в кг/см ²	
	Маловлажные грунты	Влажные грунты
0,5	58.8	33
1,0	64.5	31
1,5	95.2	25
2,0	105.2	17.3
2,5	133.3	14.5
3,0	333.3	11.4

Прочностные характеристики лессовых грунтов определялись на приборе одноплоскостного среза конструкции Маслова – Лурье в модернизации Гидропроекта с площадью кольца 40 см² по стандартной методике, согласно международного ГОСТа 2248-96 рис. 2.4. Средние значения прочностных характеристик до глубины 5 м приведены в таблице 2.4.

Таблица по определению прочностных характеристик лессового грунта

Таблица 2.4.

Прочностные характеристики лессовых грунтов	Грунты основания экспериментальных площадок	
	естественной влажности	водонасыщенные
c	0.48	0.23
φ	24 ⁰ 20 ¹	21 ⁰ 30 ¹

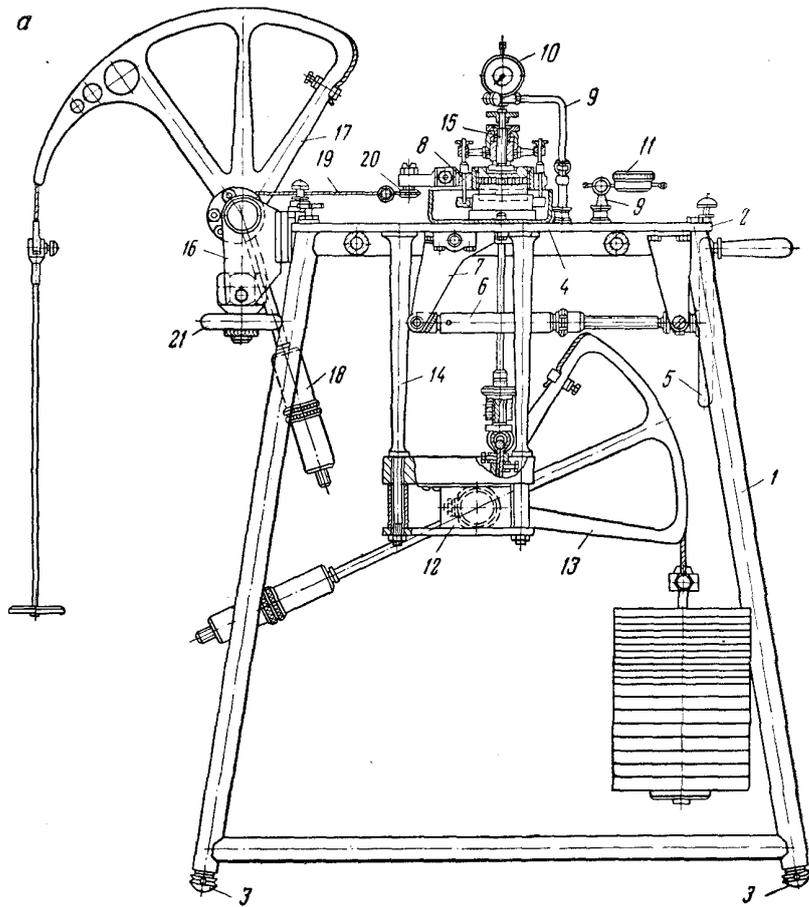


Рис. 2.2. Схемы прибор ГП – 30 (а)

б)

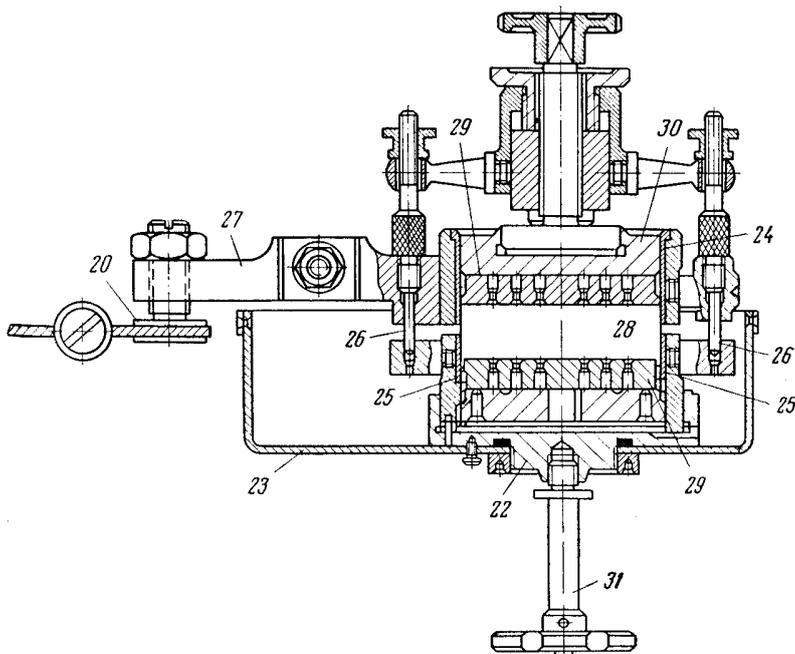


Рис. 2.5. Схема срезающего устройства прибора ГП – 30 (б)



Рис. 2.3. Определение прочностных характеристик лессового грунта на прибор ГГП – 30 конструкции Маслова – Лурье .

2.2-§ Методика проведения штамповых опытов в лотке

Для решения поставленной задачи тесть влияние формы и размеров фундамента на НДС были проведены лотковые испытания с песчаными и лессовыми грунтами.

Для проведения лабораторных лотковых испытания приняли металлического лотка (рас. 2.1) состоит из металлического лотка (МЛ), размером в плане 450 x 450 мм, высотой 300 мм 3, рама загрузочного устройства 4, шарик металлический 5, центральный шток для передачи нагрузки 6, коромысло 7, стальной трос 8, блок запаковки стального троса натяжения 9, неподвижная опора-втулка 10, втулка 11, секторный рычаг 12, противовес 13, подвеска секторный рычага 14, опорная плита 15, чека 16, крюк монтажный 17, регулируемая опора 18, вертикальная

стенка лотка (МЛ) 19, днище лотка (МЛ) 20, ребро жесткости лотка 21, опорная рама (МЛ). Монтаж загрузочного устройства осуществляется в ручного, Полная подготовка его к работе занимает 3-5 часа. Был использован лоток конструкции М. Хонкелдиева СамГАСИ. (рис. 2.7) Как видно из рисунка лоток состоит.



Рис. 2.4. Лабораторного лоток с загрузочным устройством конструкции М. М. Хонкелдиева СамГАСИ.

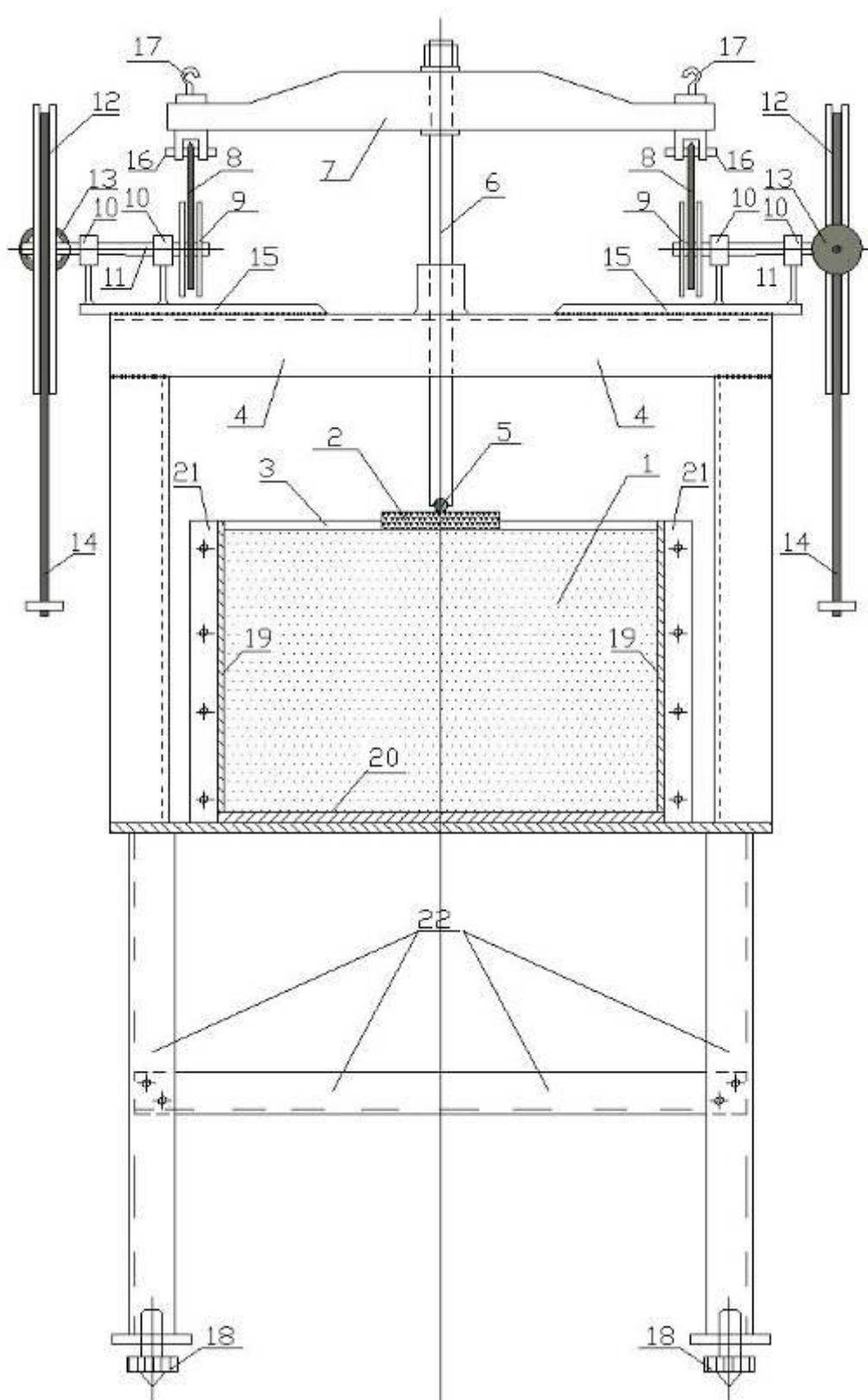


Рис. 2.5. Схема лабораторного лотка с загрузочным устройством конструкции М. Хонкелдиева СамГАСИ.

1-исследуемый грунт; 2-металлический штамп; 3-металлического лотка (МЛ), размером в плане 450 х 450 мм, высотой 300 мм; 4-рама загрузочного устройства; 5- металлический шарик; 6- центральный шток для передачи нагрузки; 7- коромысло; 8-стальной трос; 9-блок запаковки стального троса натяжения; 10- неподвижная опора-штулка; 11- штулка; 12- секторный рычаг; 13- противовес; 14- подвеска секторный рычага; 15-опорная плита; 16- чека; 17- крюк монтажный; 18- регулируемая опора; 19-вертикальная стенка лотка (МЛ); 20- днище лотка (МЛ); 21-ребро жесткости лотка; 22-опорная рама (МЛ) .

Тарировка лотка.

Как видно из рис. 2.7 лоток состоит из металлического лотка, рамы и двух рычажного загрузочного устройства. (рис. 2.7.) Тарировка загрузочного устройства лотка производилась при помощи динамометра ДОСМ-3-1. №1056. Паспорт Гб 2.782.007ПС

ДОСМ-3-1 за №1056 -- 1979 года выпуска. Динамометр ДОСМ-3-1 прошло государственную проверку. Результаты поверки проведена в виде графика. (рис 2.10)



Рис.2.6. Общий вид динамометра ДОСМ-3-1. №1056.



Рис. 2.7. Процесс тарировки лотка.

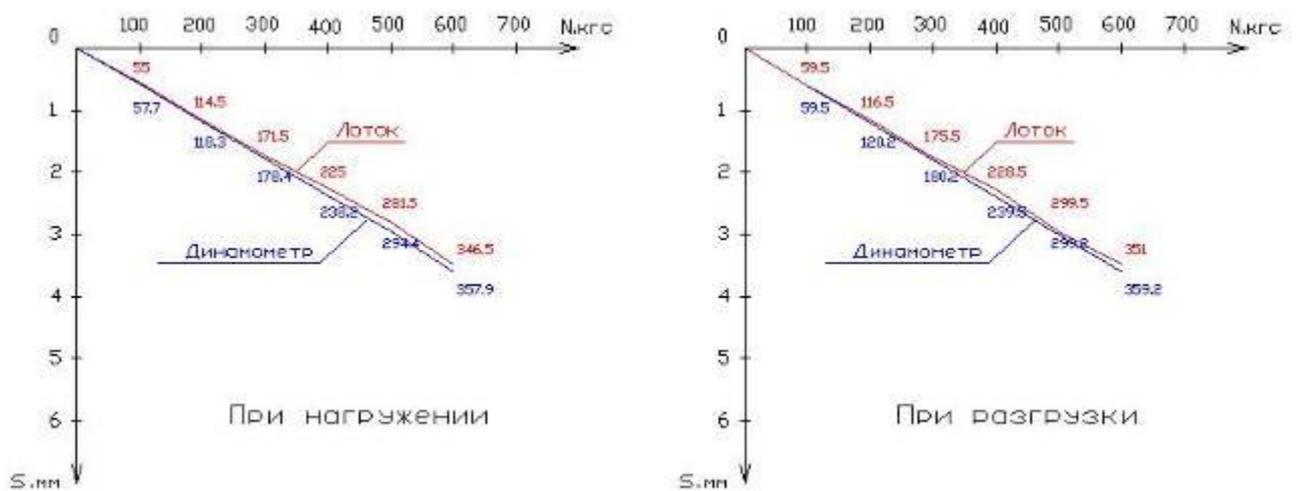


Рис.2.8. График тарировки лотка и загрузочного устройства.

Вывод

Как видно из тарировочного графика приложенная нагрузка в загрузочное устройство лотка, соответствует измеренной. Разница составляет от 0.1 – 2.2% , что находится в пределах доверительной вероятности $P = 0.95$

Сконструированная загрузочное устройство соответствует требованиям ГОСТ предъявляемым к проведению штамповых опытов в лотке.

Методика укладки песчаного грунта в лоток.

Методика укладки песчаного грунта в лоток для провидения эксперимента выполнялась в следующей последовательности. В лоток песок укладывают толщиной 5 см, затем при помаше резинового молотка ударом о стенки лотка грунт уплотняется. Количество ударов 10-15. Этот процесс повторяют до заполнения лотка песком.

При укладке требуемое количество песка для наполнения лотка находят методом взвешивания.

Методика отбора образца лессового грунта естественной влажности не нарушенной структуры для проведения лоткового испытания

Методика отбора образца лессового грунта естественной влажности не нарушенной структуры для проведения лоткового испытания выполнялся в следующей последовательности:

- отрывка шурфа размером $l \times b \times h = 150 \times 150 \times 100$ см, рис. 2.11 ;

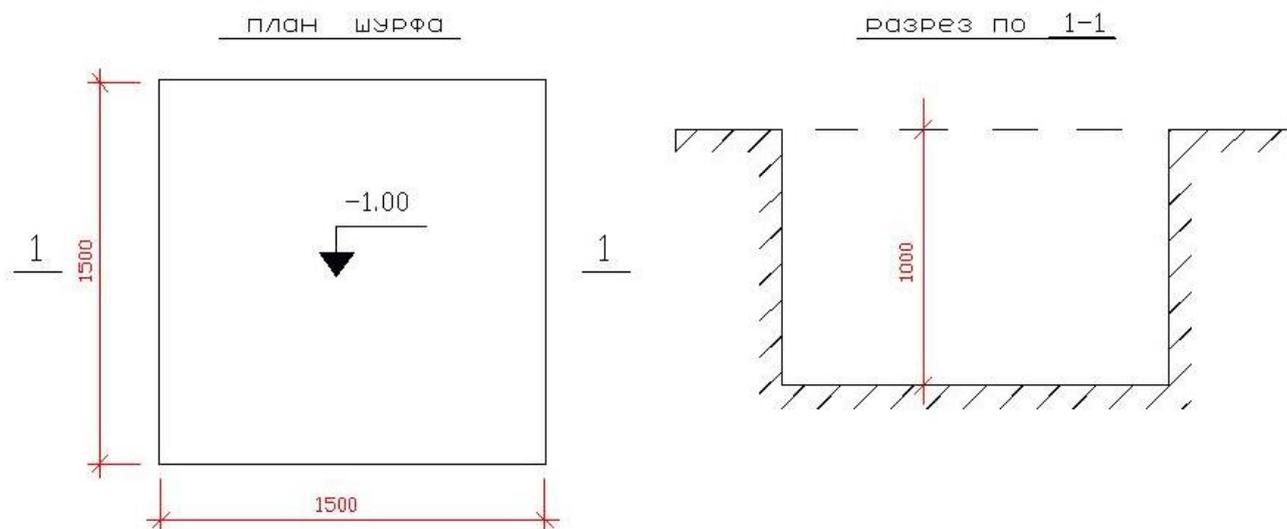


Рис.2.9. Схема отрывки шурфа размером $l \times b \times h = 150 \times 150 \times 100$ см.

- подготовка образца грунта к отбору, рис. 2.12;

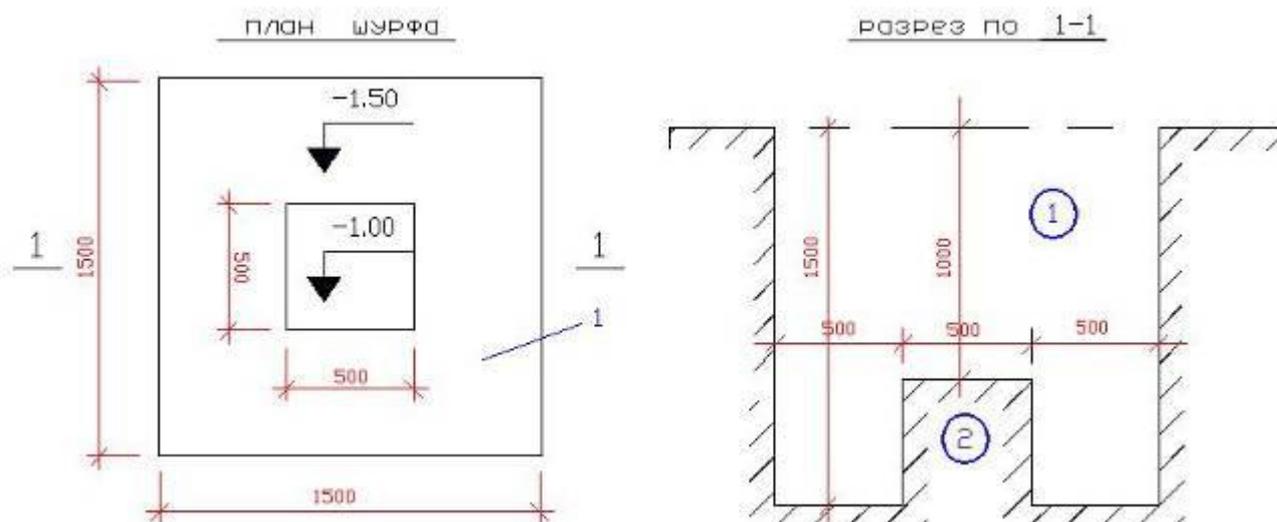


Рис.2.10. Схема подготовки образца грунта к отбору.

1- шурф; 2 – отбираемый образец.



Рис.2.11. Общи вид подготовки образца грунта к отбору

- установка и внедрение металлической обоймы в отбираемый образец лессового грунта ;

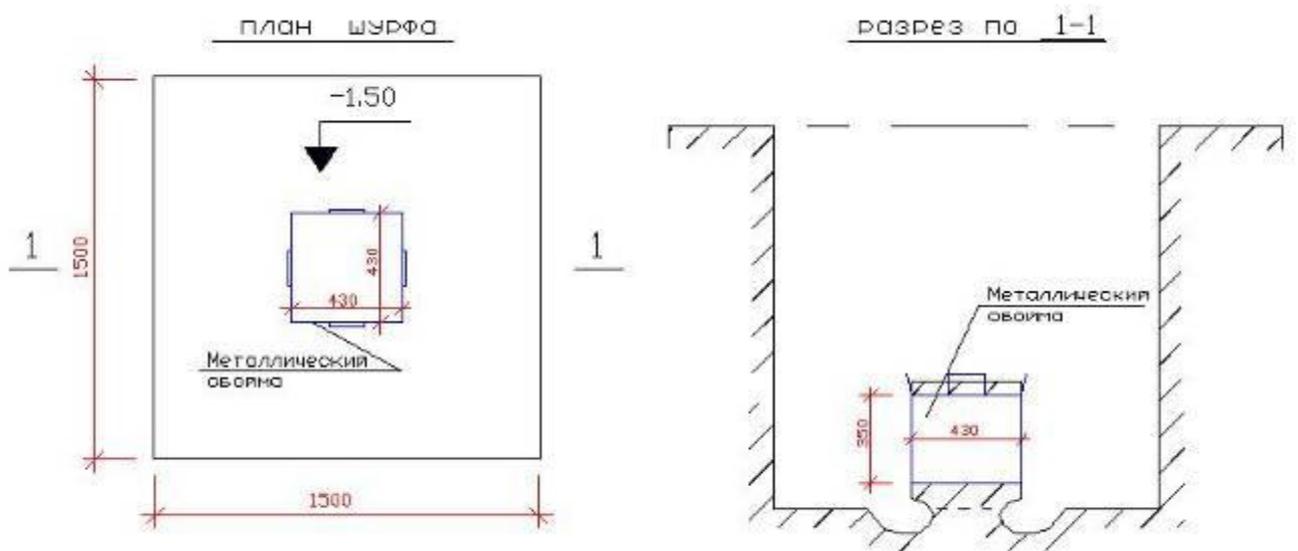


Рис.2.12. Схема установка и внедрение обоймы в лессовый грунта (образец).



Рис.2.13. Общи вид металлический обоймы.



Рис.2.14. Общи вид изъятие образца из шурфа.

- изъятие образца из шурфа и установка в испытательный лоток.



Рис.2.15. Вид лотка после установки образца лессового грунта.

Конструкции штампов для проведения лоткового опыта.

Для отработки методики проведения лотковых испытаний а также изучения влияния формы и размеров штампа на напряженно-деформированное состояние грунта, были разработаны жесткие круглый, квадратный, прямоугольный штампы с отношений сторон $b/l = 1/2; 1/5$ штампы площадью $A = 180 \text{н}^2$. При разработке конструкций штампов необходимо было обеспечить абсолютную жесткость.

Круглый штамп состоял из круглой стальной плиты диаметром $D=151,4$ мм и толщиной $\delta = 20$ мм;

Квадратный штамп состоял из квадратной стальной плиты шириной $l = b = 134,1$ мм и толщиной $\delta = 20$ мм;

Прямоугольный штамп соотношением сторон $l/b=1/2$ состоял из прямоугольной стальной плиты длиной $l = 189,7$ мм, шириной $b = 94,8$ см и толщиной $\delta = 20$ мм;

Прямоугольный штамп соотношением сторон $l/b=1/5$ состоял из прямоугольной стальной плиты длиной $l = 300$ мм, шириной $b = 60$ мм и толщиной $\delta = 20$ мм;

Обоснование жесткости круглого, квадратного и прямоугольного штампов производилось по методике, предложенной М.И. Горбунов –Посадовым.

1. Обоснование жесткости круглого штампа:



Рис.2.16. Общий вид круглого штампа.

$$S = 3 \frac{1 - \mu^2}{1 - \mu^0} \cdot \frac{E_0}{E_1} \cdot \frac{R_1^3}{h_{i0}^3} = 3 \cdot \frac{1 - 0,25^2}{1 - 0,3} \cdot \frac{34}{2,1 \cdot 10^6} \cdot \frac{7,57^3}{2^3} = 0,00035 \quad (2.1)$$

где S – показатель гибкости штампа;

$E_1; \mu_1$ – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала штампа;

$E_0; \mu_0$ – модуль общей деформации и коэффициент бокового расширения грунта;

R – радиус нижней плиты штампа, см;

h_{i0} – приведенная высота штампа, см;

2. Обоснование жесткости квадратного штампа:



Рис.2.17. Общий вид квадратного штампа .

$$t = \frac{\pi E_0 \hat{a} l^3}{4 E_1 J_1} = 0.8 \frac{E_0 \hat{a} l^3}{E_1 J_1} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 13.4 \cdot 6.7^3}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 8.93} = 0,00057 \quad (2.2)$$

где E_1 – модуль упругости материала штампа, кгс/см²;

E_2 – модуль общей деформации грунта, кгс/см²;

b – ширина штампа, см;

l – полудлина штампа, см

J – момент инерции штампа, см⁴;

t – показатель гибкости штампа.

3. Обоснование жесткости прямоугольного штампа с соотношением сторон

$l/b = 1/2$.



Рис.2.18. Общий вид прямоугольного штампа с соотношением

сторон $l/b = 1/2$.

$$t = \frac{\pi E_0 \hat{a} l^3}{4 E_1 J_1} = 0.8 \frac{E_0 \hat{a} l^3}{E_1 J_1} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 9.5 \cdot 9.5^3}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 6.33} = 0,0016 \quad (2.3)$$

где E_1 – модуль упругости материала штампа, кгс/см²;

E_2 – модуль общей деформации грунта, кгс/см²;

b – ширина штампа, см;

l – полудлина штампа, см

J – момент инерции штампа, см⁴;

t – показатель гибкости штампа.

4. Обоснование жесткости прямоугольного штампа с соотношением сторон $l/b = 1/5$



Рис.2.19. Общий вид прямоугольного штампа с соотношением сторон $l/b = 1/5$.

Гибкости

$$t = \frac{\pi E_0 \hat{a} l^3}{4 E_1 J_1} = 0.8 \frac{E_0 \hat{a} l^3}{E_1 J_1} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 6 \cdot 15^3}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 4} = 0,0064 \quad (2.4)$$

где E_1 – модуль упругости материала штампа, кгс/см²;

E_2 – модуль общей деформации грунта, кгс/см²;

b – ширина штампа, см;

l – полудлина штампа, см

J – момент инерции штампа, см⁴;

t – показатель гибкости штампа.

5. При показателе гибкости $s \leq 0.5$ штамп считается абсолютно жестким. Для изготовленного круглого штампа показатель гибкости равен $S=0,00035$.
6. При показателе гибкости $t \leq 1$ штамп считается абсолютно жестким. Для изготовленного квадратного, прямоугольного штампа с соотношением сторон $l/b = 1/2; 1/5$ показатели гибкости соответственно были равны $t=0,00057, t=0,0016, t=0,0064$. При принятом в расчете модуле общей деформации $E_0 = 200 \text{ тс/см}^2$ можно считать, что использованные конструкции штампов абсолютно жесткие.

2.3-§ Выводы по главе 2

1. Грунты в основании опытных площадок в инженерно-геологическом отношении характеризуются, как однородные и изотропные по физическому состоянию и механическим свойствам.
2. Отработана методика проведения лабораторных лотковых штамповых испытаний, включающая подготовку опытного оборудования, жестких штампов, методики укладки песчаного грунта, отбора образца лессового грунта не нарушенной структуры и установки измерительных приборов для измерения осадки штампа и деформации основания за пределами штампа.
3. Сконструированная конструкция обоймы для изъятия образца лессового грунта ненарушенной структуры обеспечивает надежность отбора образца лессового грунта ненарушенной структуры.

ГЛАВА II. Основные результаты и анализ экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния лессовых грунтов в основании круглого и прямоугольного штампа площадью $A = 180, 600, 10000, 18000 \text{ см}^2$

3.1-§ Основные закономерности взаимодействия жестких штампов на песочным и лессовом основании

Результаты экспериментальных исследований взаимодействия жестких штампов круглого, квадратного и прямоугольной формы с отношением сторон $l/b = 1/1; 1/2; 1/5$ на песчаном и лессовом основании приведены в таблицах № 3.1, 3.2, 3.3 и представлены в виде следующих графиков: - осадки круглого, квадратного и прямоугольного штампа от нагрузки, $S = f(P)$; рис. 3.1, 3.2, 3.3 и осадки поверхности основания за пределами круглого и прямоугольного штампов. (рис. 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15)

Графики осадок круглого, квадратного и прямоугольного штампа площадью $A=180 \text{ см}^2$ на песочном и лессовом основании приложены на рис. 3.1, 3.2, 3.3. Где можно выделить три характерных участка. Первый участок в на диапазоне нагрузок от $0-0,8 \text{ кгс/см}^2$ характеризуется незначительной нелинейностью и обусловлен в основном, деформациями структурных связей. Начало второго участка в диапазоне нагрузок $0,8-1,4 \text{ кгс/см}^2$ соответствует началу прорезки основания и характеризуется значительной нелинейностью графика $S = f(P)$, которая, по видимому связана с процессом формирования присоединенного грунтового ядра. В диапазоне давлений $1,4 - 2,0 \text{ кгс/см}^2$ третьем участке наблюдается практически линейная зависимость приращения осадок от среднего давления по подошве штампа.

Для отработки методики лотковых штамповых опытов был проведен штамповые опыты на песчаном грунте. Методика укладки и подготовки лоткового штампового опыта на песке приведена в 2.2-§.

По результатам проведенных опытов и анализа построенных графиков $S = f(P)$ было установлено, что форма штампа влияет на деформацию основания, этого можно увидеть из графика $S = f(P)$. (рис.3.1, таб. 3.1).

Осадка квадратного штампа на всех ступенях нагружения во среднем 1,38 раз больше, чем для круглого той же площади (табл. 3,1).

Осадка прямоугольного штампа соотношением сторон $b/L = 1/2$ во всех ступенях нагружения в среднем 1,77 раз больше, чем для круглого той

Осадка прямоугольного штампа соотношением сторон $b/L = 1/2$ во всех ступенях нагружения в среднем 2,08 раз больше, чем для круглого той же площади (табл. 3,1)..

Таблица № 3.1.

Величины	Величины $S_k; S_n; \Delta S_k; \Delta S_n; S_k/S_n; \Delta S_k/\Delta S_n$ при P_m кгс/см ²					
	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$S_{кр}$	1.98	4.04	6.95	9.79	12.63	15.37
$S_{кв}$	3.15	6.33	9.00	11.94	15.05	17.53
S_{n1}	4	7.7	11.72	15.62	19.52	23.52
S_{n2}	4.5	9.3	14.4	19.00	22.10	27.25
$\Delta S_{кр} = S_{ki} - S_{ki-1}$	1.98	2.06	2.35	2.84	2.84	2.74
$\Delta S_{кв} = S_{кvi} - S_{кvi-1}$	3.15	3.18	2.67	2.94	3.11	2.48
$\Delta S_{n1} = S_{ni1} - S_{ni-1}$	4	3.7	4.02	3.9	3.9	4.0
$\Delta S_{n2} = S_{ni2} - S_{ni-2}$	4.5	3.88	4.69	4.04	3.99	5.15
$S_{кв}/S_{кр}$	1.59	1.56	1.29	1.21	1.19	1.14
$S_{n1}/S_{кр}$	2.02	1.90	1.68	1.59	1.54	1.53
$S_{p2}/S_{кр}$	2.27	2.30	2.07	1.94	1.75	1.77
$\Delta S_{кв}/\Delta S_{кр}$	1.59	1.35	1.14	1.03	1.09	1.01
$\Delta S_{n1}/\Delta S_{кр}$	2.02	1.57	1.78	1.37	1.37	1.46
$\Delta S_{n2}/\Delta S_{кр}$	2.27	1.64	1.99	1.40	1.40	1.88

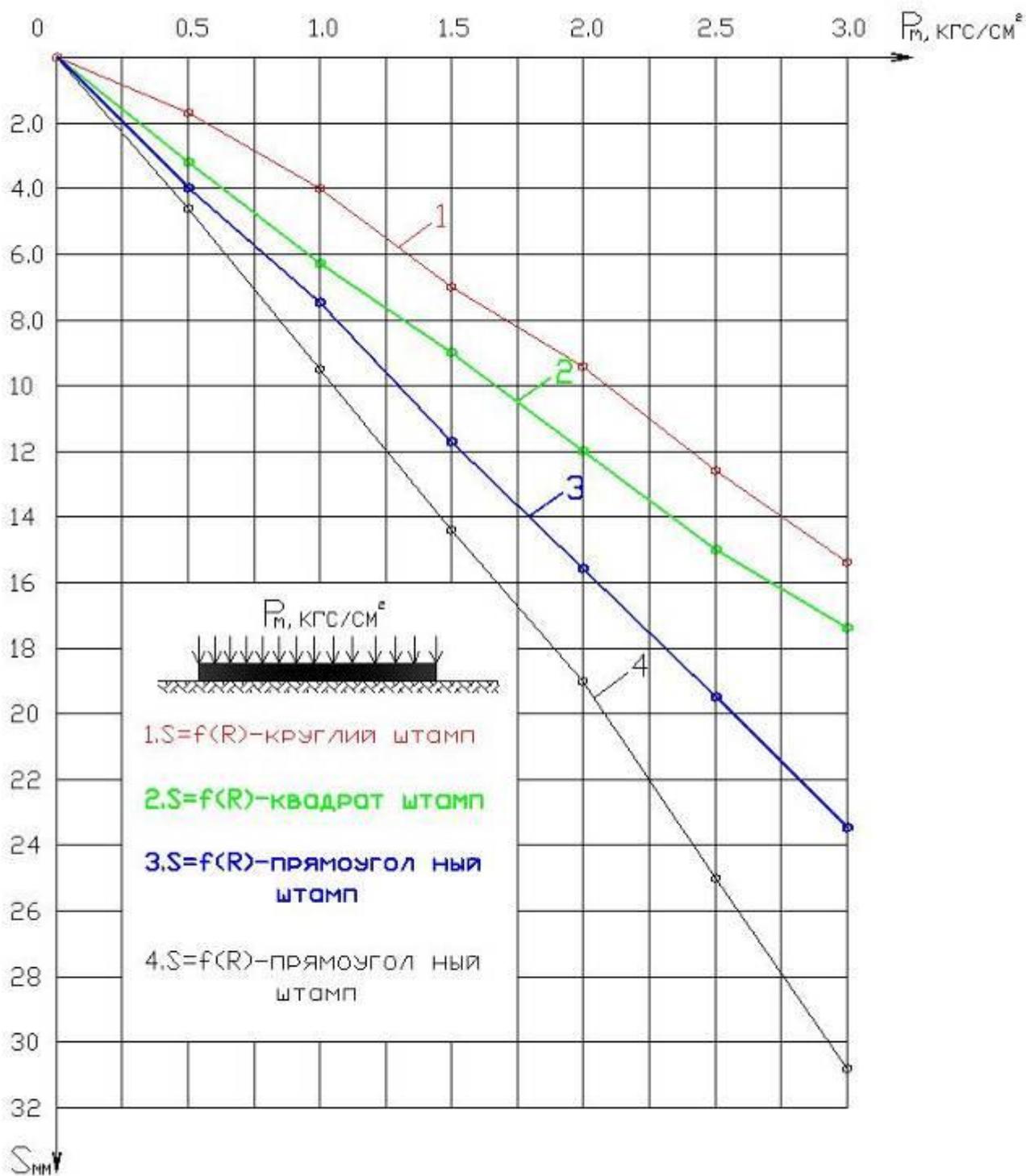


Рис.3.1. Зависимость осадки штампа площадью $A=180$ см² от величины средней действующей нагрузки на песчаном грунте.

Таблица 3.2

Величины	Величины $S_n; S_{\gamma};$									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$S_{кр}$	0,56	1,04	2,55	4,97	7,94	11,9	15,9	20,4	25,31	30,4
S_{np}	0,99	2,0	3,52	6,99	11,9	17,7	24,8	33,9	44,92	56,8
$\Delta S_{кр} = S_{ki} - S_{ki-1}$	0,56	0,48	1,51	2,42	2,97	3,46	4,00	4,50	4,91	5,09
$\Delta S_{np} = S_{npi1} - S_{npi-1}$	0,99	1,01	3,47	4,91	5,80	7,10	9,10	10,4	11,02	11,88
$S_{np} / S_{кр}$	1,76	1,92	1,38	1,40	1,49	1,48	1,56	1,66	1,77	1,86
$\Delta S_{np} / \Delta S_{кр}$	1,76	2,10	2,29	2,02	1,95	2,05	2,27	2,31	2,24	2,33

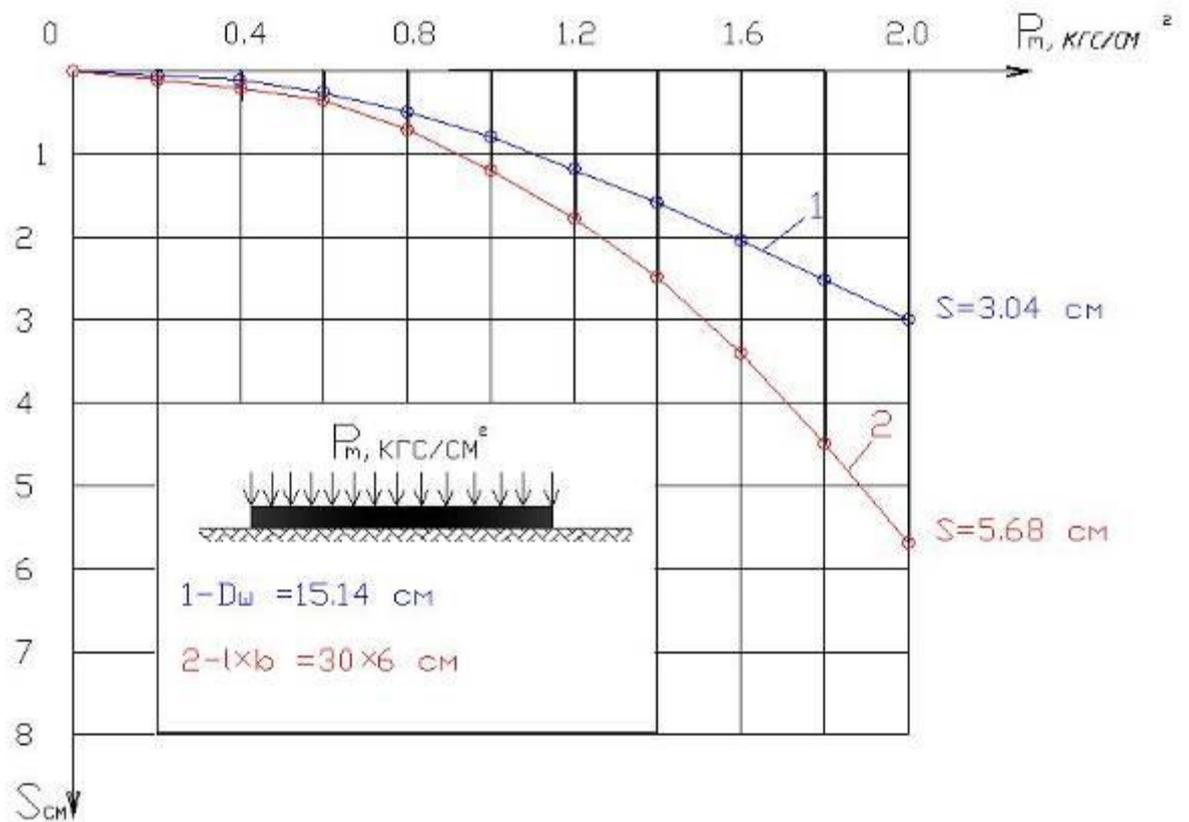


Рис.3.2. Зависимость осадки штампа площадью $A=180 \text{ cm}^2$ на лессовом основании от величины среднего действующего нагрузки.

Таблица 3.3

Вид штампа	So	Si-1	S	Po	Pi-1	P	Ео
Круглый D=15,14 см A = 180 см ²	0,06	0,21	0,15	0,2	0,80	0,60	45,8
Круглый D=27,64 см A = 600 см ²	0,07	0,34	0,27	0,2	0,8	0,6	43
Круглый D=112,8 см A = 10000 см ²	0,08	1,42	1,34	0,2	0,8	0,6	35
Круглый D=151,4 см A = 18000 см ²	0,1	1,55	0,55	0,2	0,8	0,6	32
Прямоугольный lxb=300x60 см A = 18000 см ²	0,07	1,0	0,93	0,2	0,8	0,6	78

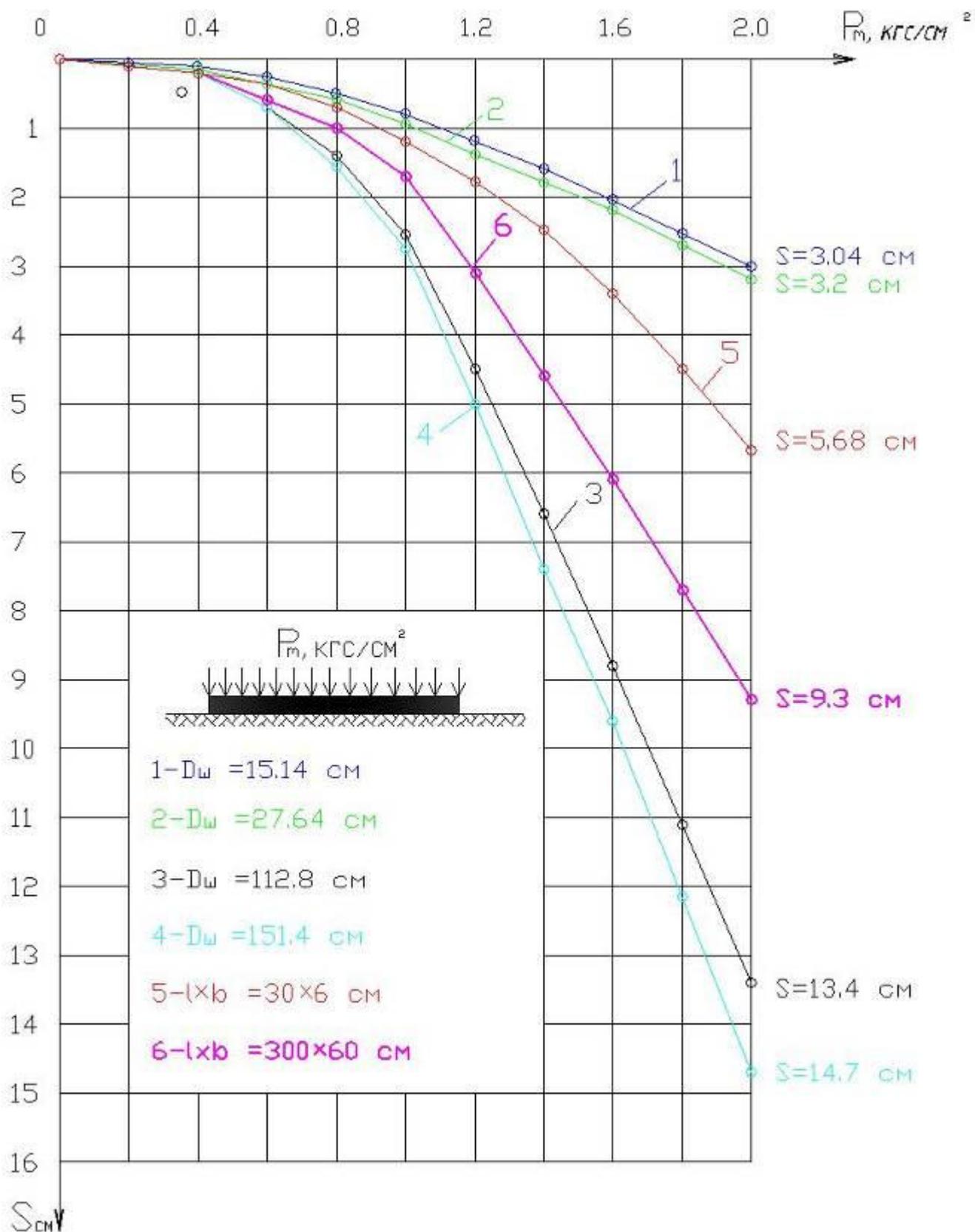


Рис.3.3. Зависимость осадки штампа площадью $A=180, 600, 10000, 18000 \text{ см}^2$ на лессовом основании от величины среднего действующего нагрузки.

Подобная закономерность в осадках жестких фундаментов различной формы одинаковой площади для глинистых грунтов природного сложения установлена впервые. Она подтверждает известное решение теории линейно-деформируемой среды о том, что при одинаковой площади, давлении и прочих равных условиях осадка компактных фундаментов больше, чем вытянутых в плане. Основной причиной является различие в глубине сжимаемой толщи, который при переходе от круглого или квадратного фундамента к прямоугольному (при одинаковых площади и давлении) вследствие уменьшения ширины снижается.

При этом характерно отметить, что при давлениях на штамп меньше начального просадочного давления наблюдается неравномерное приращение осадок от нагрузки. При давлениях больше начального просадочного давления (в пределах исследования давлений до 2.0 кгс/см^2) для обеих видов штампов наблюдается равномерное приращение осадок от приложенной нагрузки (табл. 3.1.) и отношения приращения осадок круглого штампа к прямоугольному имеют почти одинаковые значения (отклонение от среднего их значения в диапазоне давлений от $1,0$ да 2 кгс/см^2 составляет $\pm 3 \div 5\%$), хотя как указывает М.Н. Гольдштейн [43] для песчаных грунтов во второй фазе наблюдается обратное явление, т.е. при переходе от круглых или квадратных фундаментов к прямоугольным (при одинаковых площадях и давлениях) отношение периметра фундамента к площади увеличивается, что приводит к увеличению возможности поперечного вытеснения грунта из под фундамента и соответственно осадки.

Результаты экспериментальных данных и графики осадки поверхности основания (общие деформации) за пределами круглого и прямоугольного штампа при среднем давлении $P_m = 2.0 \text{ кгс/см}^2$ приведены в таблице № 3.2 на рис. 3.2.

Деформация поверхности основания за пределами круглого и прямоугольного штампов на всех степенях нагружения и во всех опытах имела лукообразную форму с прорезкой основания у края штампа (рис. 3.2.)

Начиная с среднего давления $0,8 \text{ кгс/см}^2$ по короткой оси и $1,0 \text{ кгс/см}^2$ по длинной оси прямоугольных штампов во всех опытах на расстоянии $0,5$ в от края

штампа наблюдалось поднятие поверхности основания. При среднем давлении $P_m = 2.0 \text{ кгс/см}^2$ оно составляло 0,5 мм по короткой и 0,25 мм по длинной оси штампа.

Анализ штамповых опытов в лотке с песчаным грунтом (методическом опытов) показал что и на осадки штампа (фундамента) влияет его форма.

Осадка поверхности основания за пределами
круглого штампа, $P_m=3.0 \text{ кгс/см}^2$

Место положение измерительных приборов от центра шт (R_i)	7.57	8.02	8.70	9.38	10.05	11.39	12.06	13.4	15.6	18.6	22.11
$\rho = \frac{R_i}{R}$	1.0	1.06	1.15	1.24	1.33	1.5	1.6	1.72	2.0	2.45	2.9
Осадка поверхности (δ мм)	302	5.09	3.21	2.43	1.31	0.62	0.00	-0.5	-0.9	-0.8	-0.6
Максимальная осадка поверхности,									max		

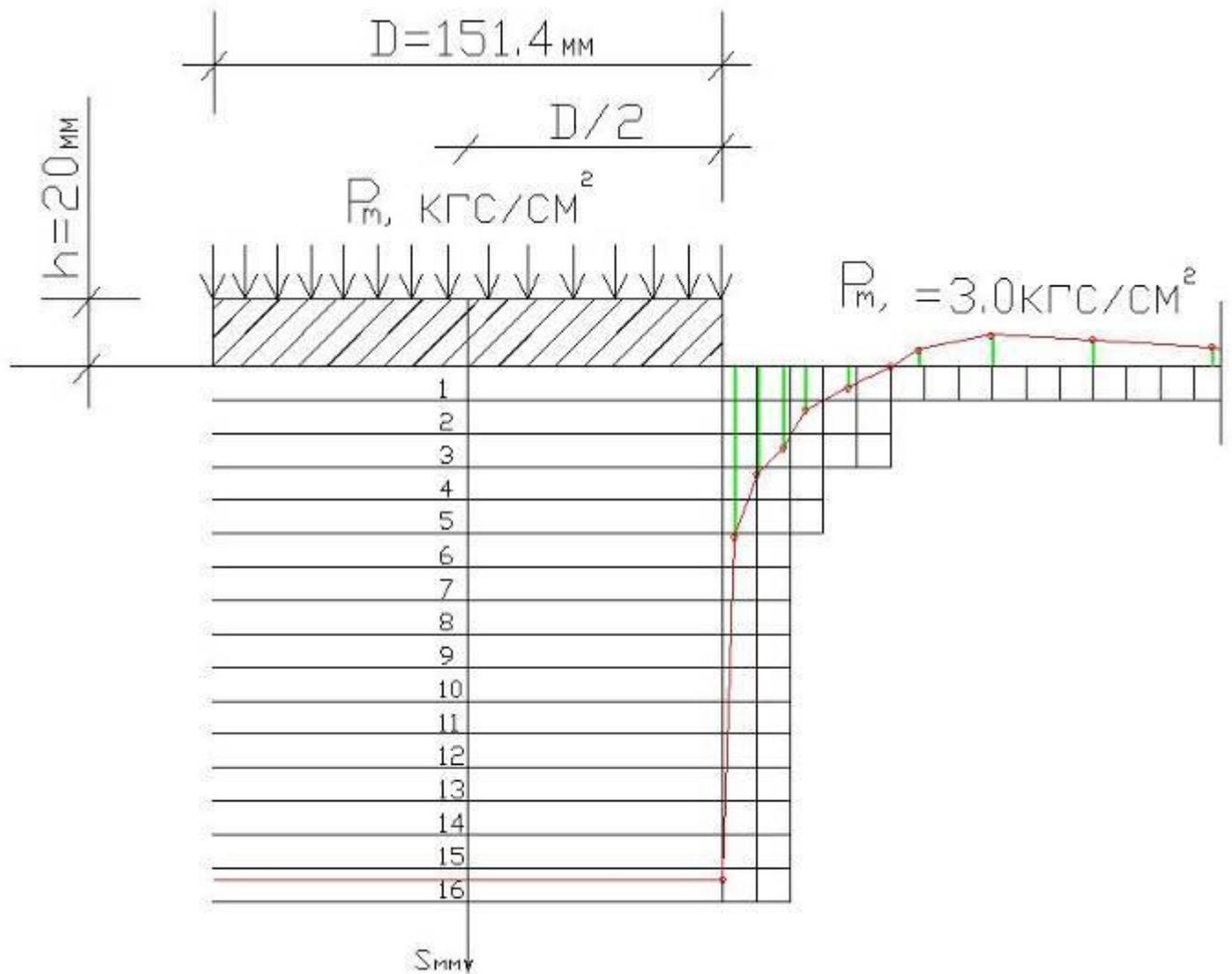


Рис.3.4. Осадка поверхности основания за пределами круглого штампа ($A=180 \text{ см}^2$) на песчаном основании.

Осадка поверхности основания за пределами
квадратного штампа, $P_m=3.0 \text{ кгс/см}^2$

Место положение измерительных приборов от центра шт (R)	6.70	7.37	8.04	8.71	9.38	10.05	10.72	11.39	12.06	12.73	13.40	15.41
$\rho = \frac{b_1}{b}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3
Осадка поверхности ($\delta_{\text{мм}}$)	17.5	4.81	3.52	2.27	1.34	0.25	0.04	-0.4	-0.5	-0.9	-0.8	-0.0
Максимальная осадка поверхности.										max		

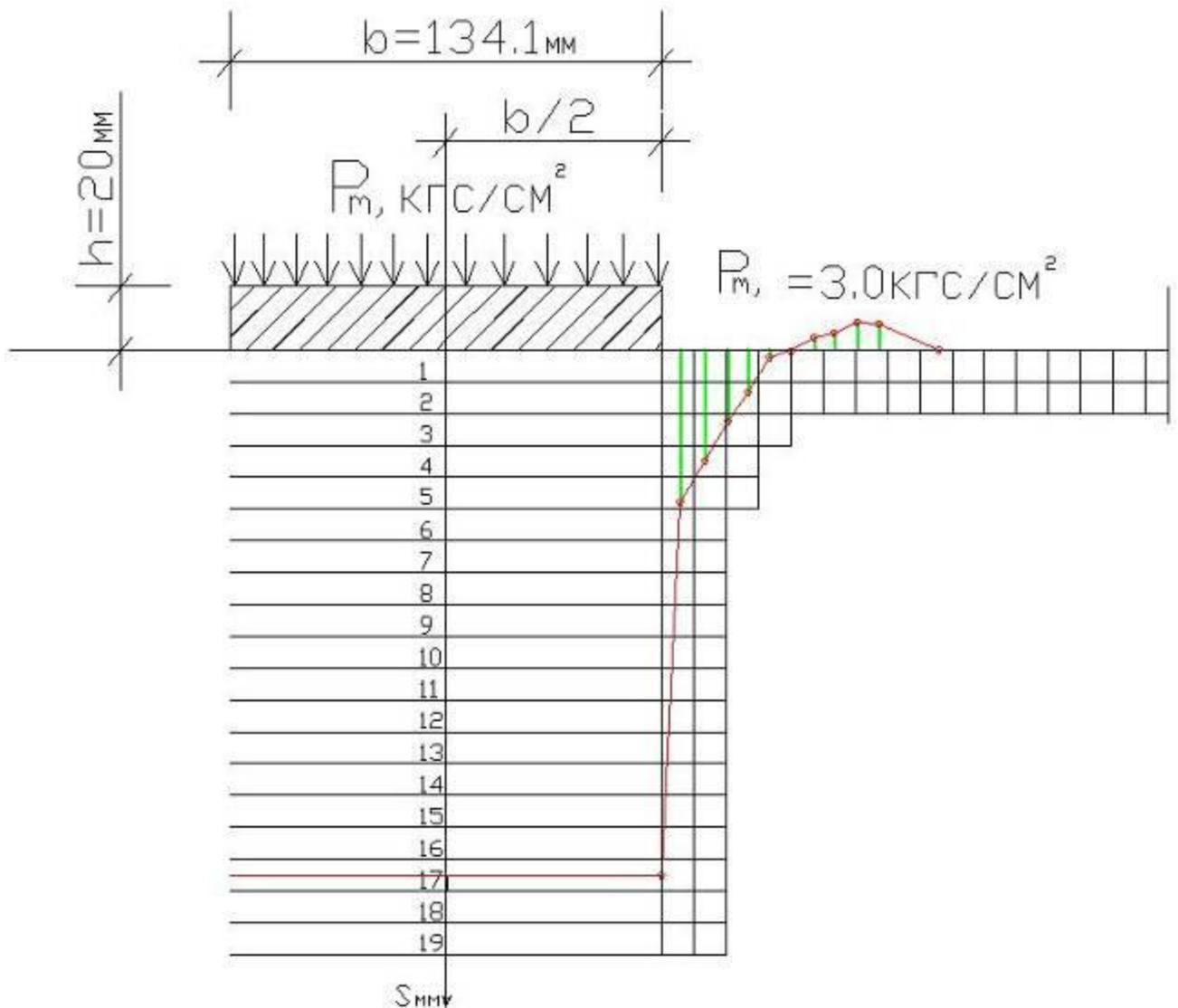


Рис.3.5. Осадка поверхности основания за пределами квадратного штампа ($A=180 \text{ см}^2$) на песчаных основания.

Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа (длиной) l , $\gamma = \frac{1}{2}$, $P_m = 3.0$ кгс/см²

Номер положения минимальных приборов от центра шт (l)	4.75	5.17	6.65	7.60	9.49	10.45	12.53	14.78
$\gamma = \frac{1}{2}$	1.0	1.09	1.4	1.6	2.0	2.2	2.6	3.1
Осадка поверхности (Σ мм)	23.5	6.31	3.05	0.83	-1.7	-1.5	-0.8	0.00
Максимальная осадка поверхности					max			

Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа (шириной) b , $\gamma = \frac{1}{2}$, $P_m = 3.0$ кгс/см²

Номер положения минимальных приборов от центра шт (b)	9.49	11.40	12.52	14.23	19.03	22.02	25.62
$\gamma = \frac{1}{2}$	1.0	1.2	1.32	1.5	1.9	2.4	2.7
Осадка поверхности (Σ мм)	23.5	6.51	4.10	1.43	-1.9	-1.4	-0.9
Максимальная осадка поверхности					max		

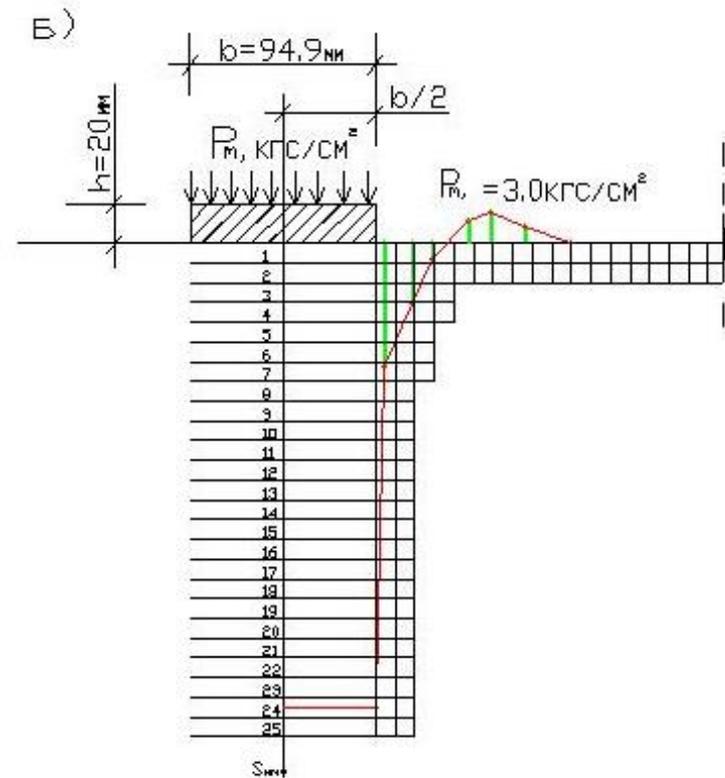
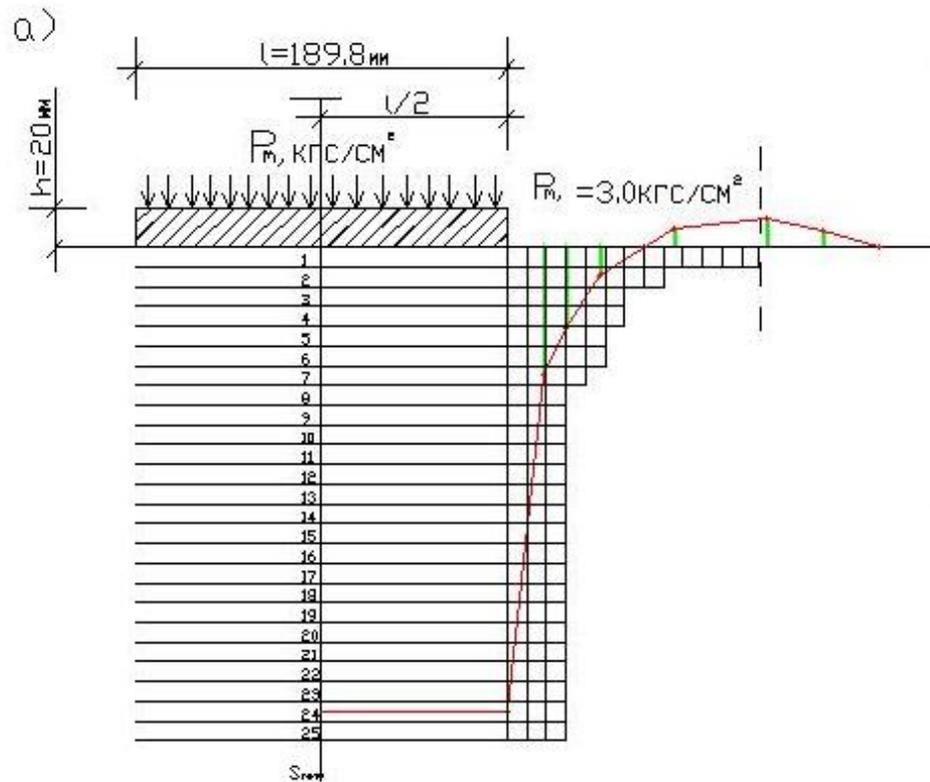


Рис.3.6. Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа соотношений сторон $l/b = 1/2$ ($A=180$ см²) на песчаных основаниях.

Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа (ширина) b , $\gamma = \frac{1}{5}$, $R_0 = 3,0$ кгс/см²

Небес. расстояние (мм) от центра шт. (z)	3,6	4,8	6,3	8,6	12,6	18,8
$\rho = \frac{R_0}{b}$	1,0	1,2	1,6	2,1	2,8	3,6
Осадка поверхности (S, мм)	27,2	29,4	4,10	1,05	0,10	-0,8
Максимальная осадка поверхности						

Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа (длина) l , $\gamma = \frac{1}{5}$, $R_0 = 3,0$ кгс/см²

Небес. расстояние (мм) от центра шт. (z)	15	17,3	18	22,8	26,3
$\rho = \frac{R_0}{l}$	1,0	1,15	1,2	1,52	1,75
Осадка поверхности (S, мм)	27,8	28,0	4,60	-0,6	-1,6
Максимальная осадка поверхности					

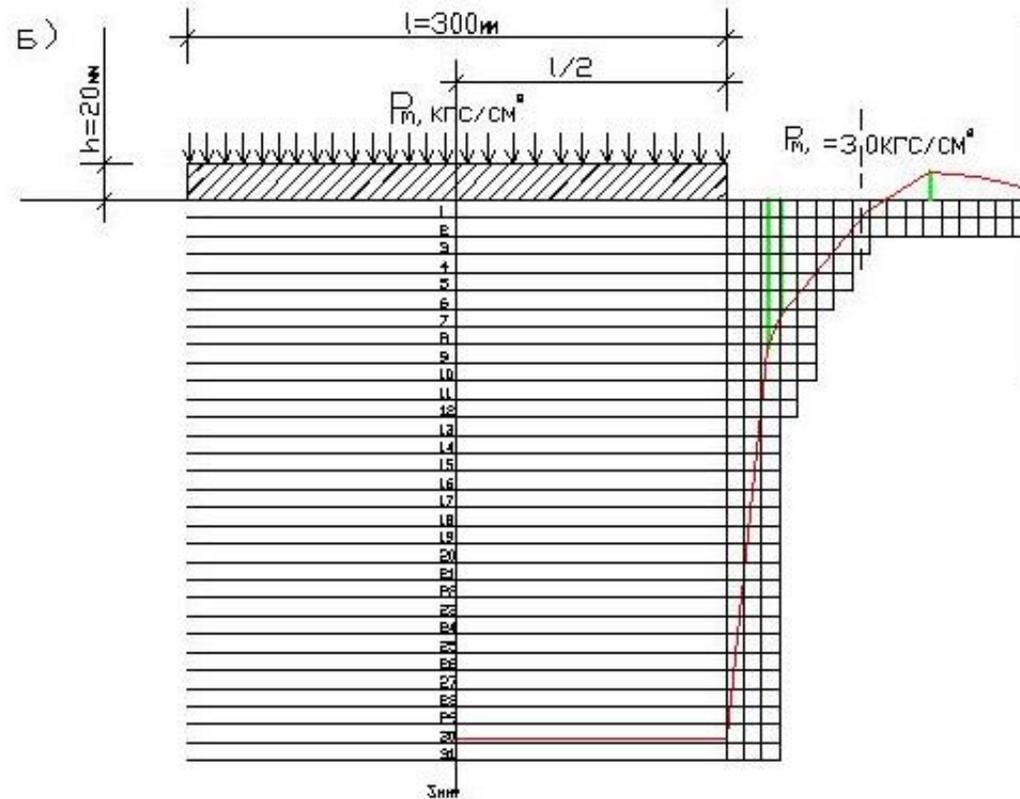
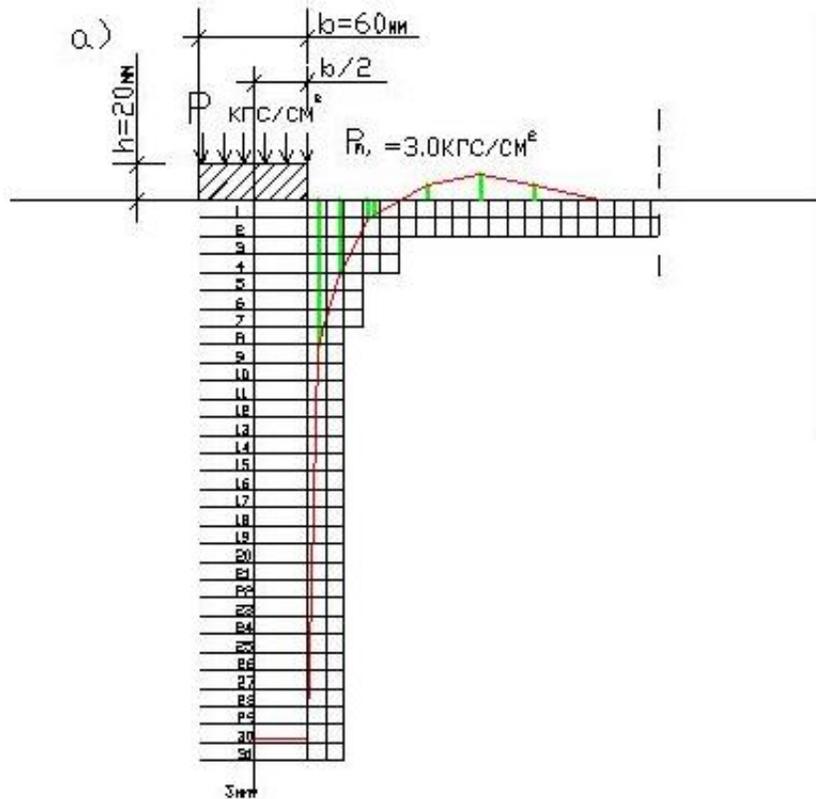


Рис.3.7. Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа соотношений сторон $l/b = 1/5$ ($A=180$ см²) на песчаных основания.

Осадка поверхности основания за пределами
КРУГЛОГО ШТАМПА, $P_m = 2.0 \text{ кгс/см}^2$

Место положение измеритель- ных приборов от центра шт (R_i)	75.7	78	84	90	96	102	114	126	138
$\rho = \frac{R_i}{R}$	1.0	1.03	1.11	1.18	1.26	1.34	1.5	1.66	1.82
Осадка поверхности (δ мм)	147	13.7	10.5	7.0	5.2	4.0	2.5	1.5	0.8

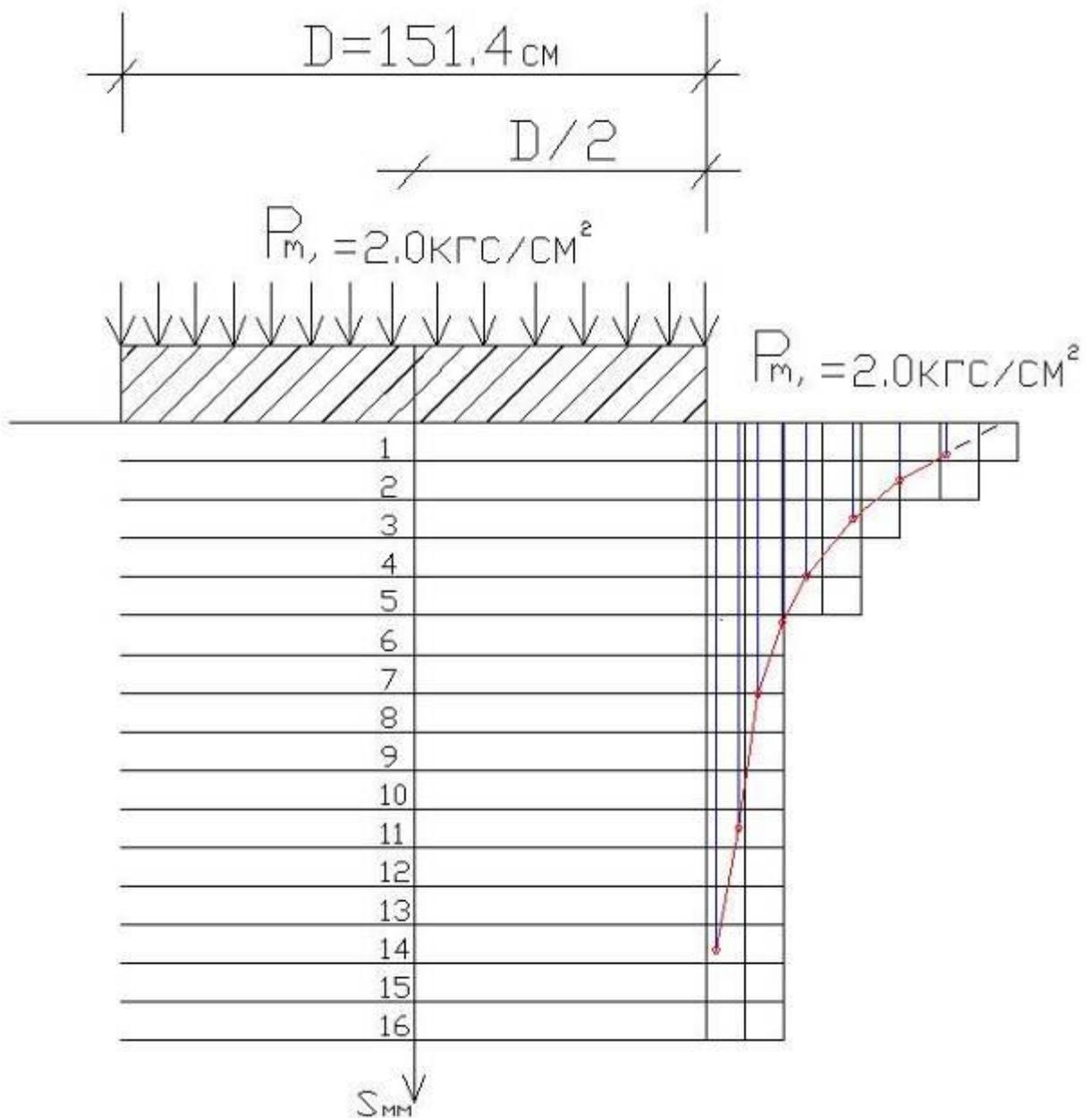
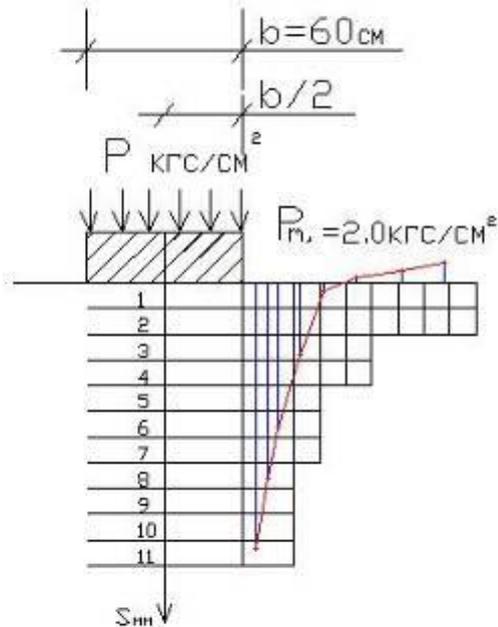


Рис.3.9. Осадка поверхности основания за пределами круглого штампа ($A=18000 \text{ см}^2$) на лессовом основании.

Осадка поверхности основания за пределами
прямоугольного штампа (шириной) b , $Z = \frac{1}{5}$, $P_m = 2.0 \text{ кгс/см}^2$

Несколько положений измерительных приборов от центра шт (b_1)	30	35	40	44	52	62	74	92	102
$\rho = \frac{b_1}{b}$	1.0	1.17	1.33	1.47	1.73	2.07	2.47	3.07	3.4
Осадка поверхности ($\delta_{\text{мм}}$)	930	10.4	7.9	5.6	2.8	0.3	-0.2	-0.5	-0.8
Максимальная осадка поверхности									max



Осадка поверхности основания за пределами
прямоугольного штампа (длиной) l , $Z = \frac{1}{5}$, $P_m = 2.0 \text{ кгс/см}^2$

Несколько положений измерительных приборов от центра шт (b_1)	151.4	154	157	162	170	180	190	200	220	240
$\rho = \frac{b_1}{b}$	1.0	1.02	1.05	1.08	1.13	1.20	1.33	1.40	1.47	1.60
Осадка поверхности ($\delta_{\text{мм}}$)	930	4.5	3.4	2.2	0.0	-1.5	-1.0	-0.8	-0.5	-0.2
Максимальная осадка поверхности						max				

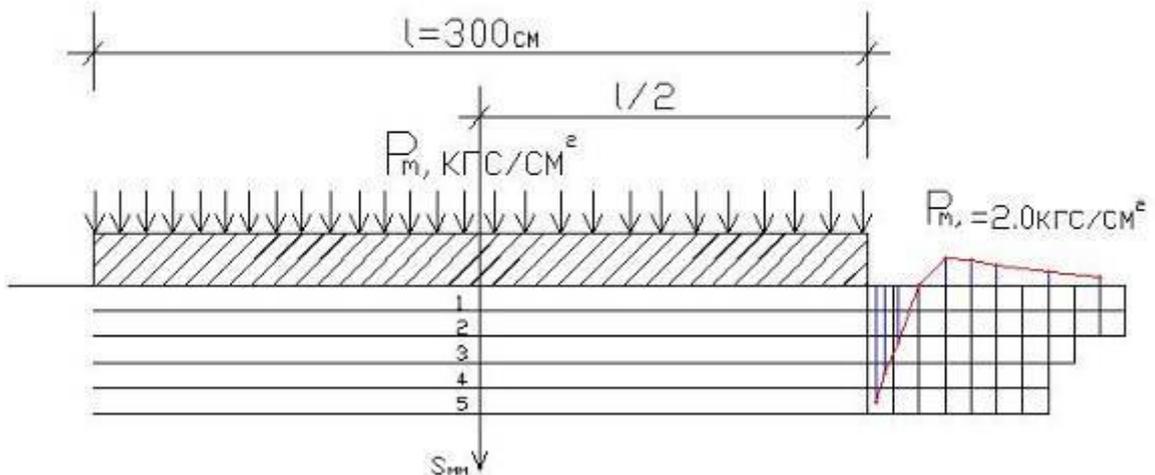


Рис.3.10. Осадка поверхности основания за пределами круглого штампа ($A=18000 \text{ см}^2$) на лессовом основании.

Осадка поверхности основания за пределами
круглого штампа. $P_m = 3 \text{ кгс/см}^2$

Место положение измерительных приборов от центра шт (R)	7.57	8.02	8.70	9.38	10.05	11.39	12.06	13.4	15.6	18.6	22.11
$\rho = \frac{R_1}{R}$	1.0	1.06	1.15	1.24	1.33	1.5	1.6	1.72	2.0	2.45	2.9
Осадка поверхности (δ мм)	302	5.09	3.21	2.43	1.31	0.62	0.00	-0.5	-0.9	-0.8	-0.6
Максимальная осадка поверхности.									max		

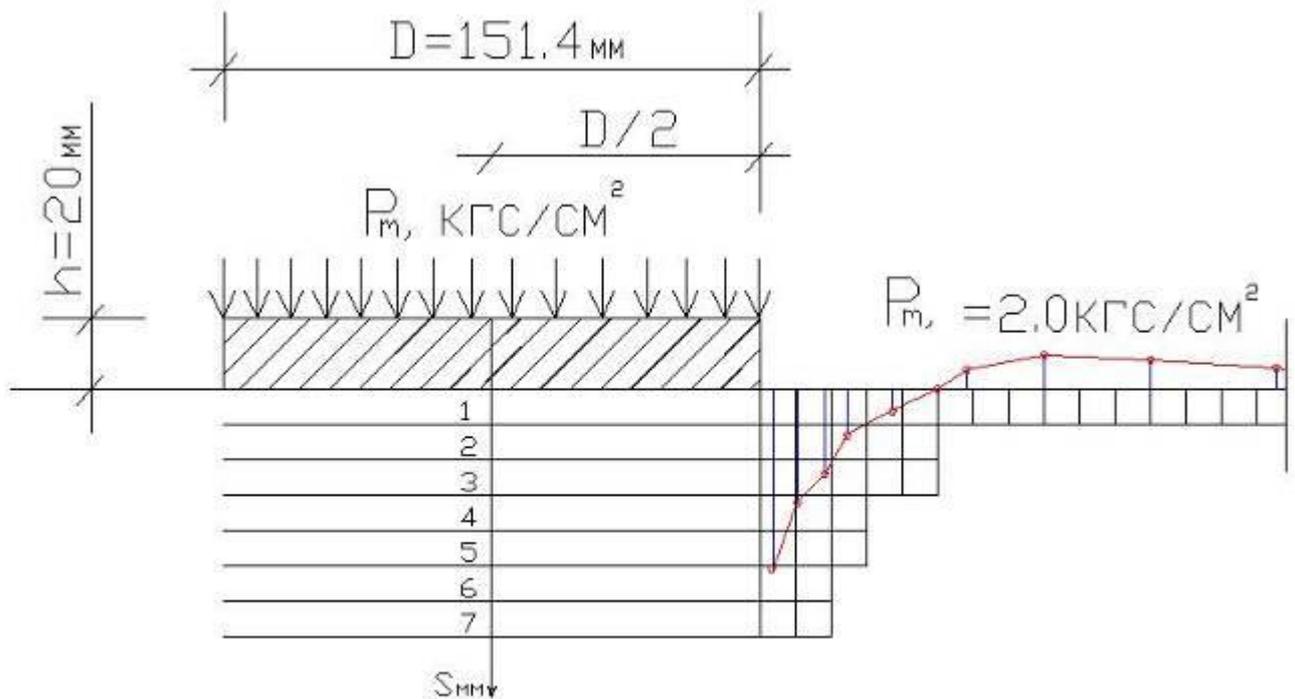
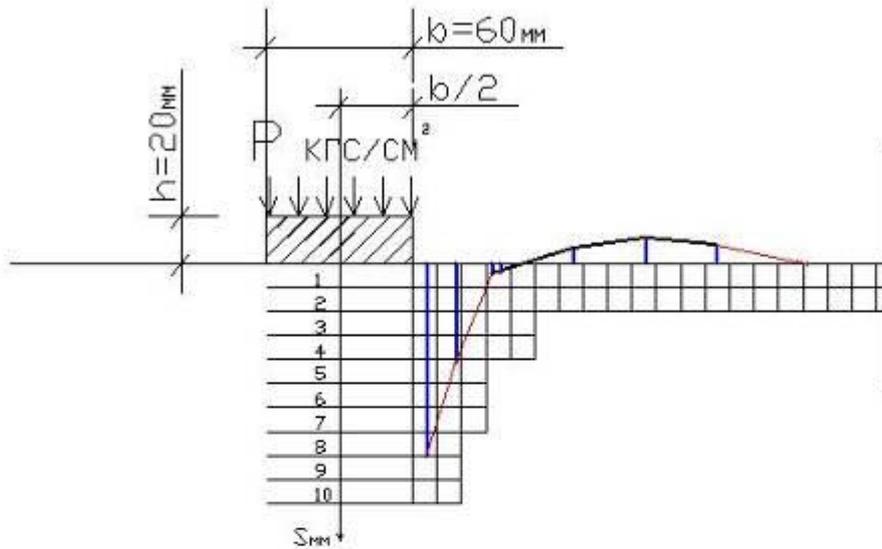


Рис.3.11. Осадка поверхности основания за пределами круглого штампа на лессовом основании ($A = 180 \text{ см}^2$) .

Осадка поверхности основания за пределами
прямоугольного штампа (шириной) b , $Z = \frac{1}{5}$, $P_0 = 2.0$ кгс/см²

Место положение измеритель- ных приборов от центра шт (b_1)	3	3.6	4.8	6.3	6.6	9.6	13.5	18.8
$\rho = \frac{b_1}{b}$	1.0	1.2	1.6	2.1	2.2	3.2	4.2	6.26
Осадка поверхности (S мм)	635	7.85	4.10	0.4	0.30	-0.6	-1.0	-0.8
Максимальная осадка поверх- ности							max	



Осадка поверхности основания за пределами
прямоугольного штампа (длиной) l , $Z = \frac{1}{5}$, $P_0 = 2.0$ кгс/см²

Место положение измеритель- ных приборов от центра шт (b_1)	15	16.5	18.5	19.5	21.3	26.5	28.5
$\rho = \frac{b_1}{l}$	1.0	1.1	1.23	1.3	1.42	1.77	1.9
Осадка поверхности (S мм)	635	5.22	1.10	-0.3	-0.7	-0.4	-0.2
Максимальная осадка поверх- ности					max		

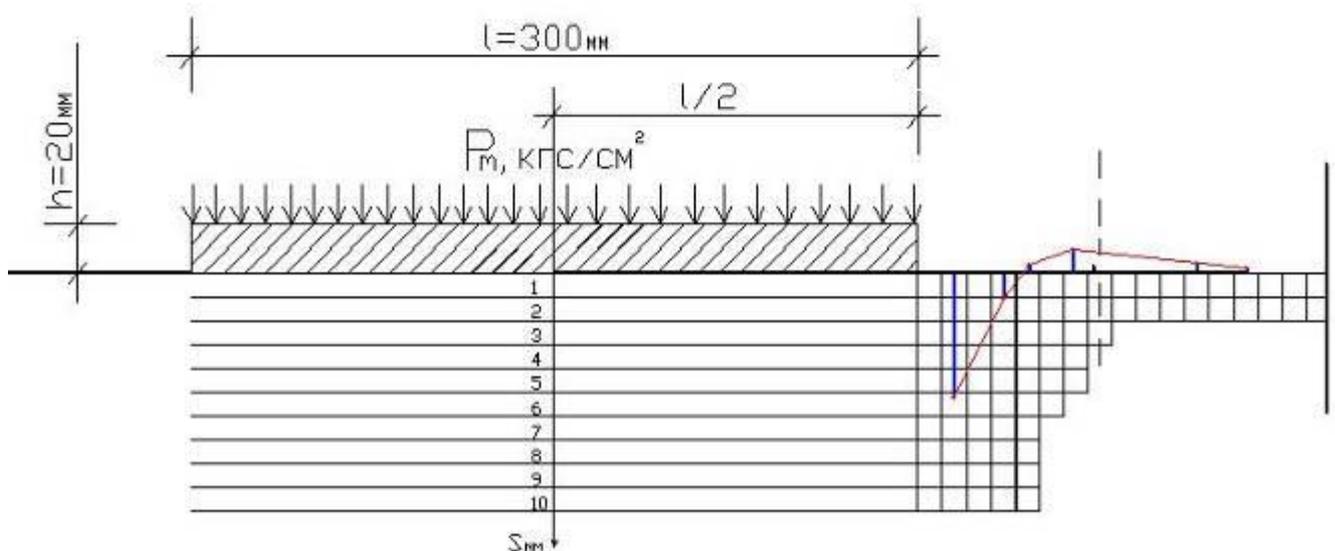


Рис.3.12. Осадка поверхности основания за пределами прямоугольного штампа ($A=180$ см²) на лессовом основании.

3.2-§ Сравнение напряженно-деформированного состояния лессовых оснований под жесткими круглым и прямоугольным штампами

Для установления влияния формы штампа на напряженно-деформированного состояния лессового основания был использован результаты штамповых опытов площадью $A=18000 \text{ см}^2$ провиденный доц. М.Хонкелдивым. [83] Для сравнительного анализа были построены и проанализированы совмещенные эпюры распределения вертикальных, горизонтальных напряжений и перемещений по осям, проходящий через центр и на расстоянии $R=X=76 \text{ см}$ от центра круглого и прямоугольного штампа (рис. 3.37, 3.38, 3.39, 3.40), результаты которых приведены в таблицах 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

Результаты сравнения сжимающих вертикальных напряжений во влажном лессовом основании жесткого круглого и прямоугольного штампов показали, что значения вертикальных напряжений (σ_z) во всех измеренных точках по центральной оси и по оси, проходящей через край круглого штампа больше, чем по этой оси в тех же точках прямоугольного штампа (рис. 3.37). Причем по глубине основания во всех ступенях нагружения эта разница увеличивается (табл. 3.4).

Из сравнения горизонтальных напряжений во влажном лессовом основании жесткого круглого и прямоугольного штампов установлено, что значения горизонтальных напряжений во всех измеренных точках по центральной оси и по оси, проходящей через край круглого штампа (за исключением крайней точки на глубине $Z=38 \text{ см}$) больше, чем по этой же оси в тех же точках прямоугольного штампа (рис.3.38). Причем по глубине основания эта разница увеличивается, а с увеличением внешней нагрузки уменьшается (табл. 3.5). При этом характерно отметить, что распределение горизонтальных напряжений по оси, проходящей через край круглого

штампа имеет не только количественное, но и качественное различие (рис. 3.38 б).

Сравнение вертикальных и горизонтальных перемещений оснований на влажных лессовых грунтах под круглым и прямоугольным штампом показало, что значения вертикальных и горизонтальных перемещений во всех измеренных точках круглого штампа больше, чем в этих же точках прямоугольного штампа (рис. 3.39, 3.40). С увеличением глубины разница между ними увеличивается (табл. 3.6 и 3.7). На основе проведенного выше анализа можно сделать вывод, что на напряженно-деформированное состояние влажного лессового основания существенно влияет форма штампа (фундамента) таб.3.4.

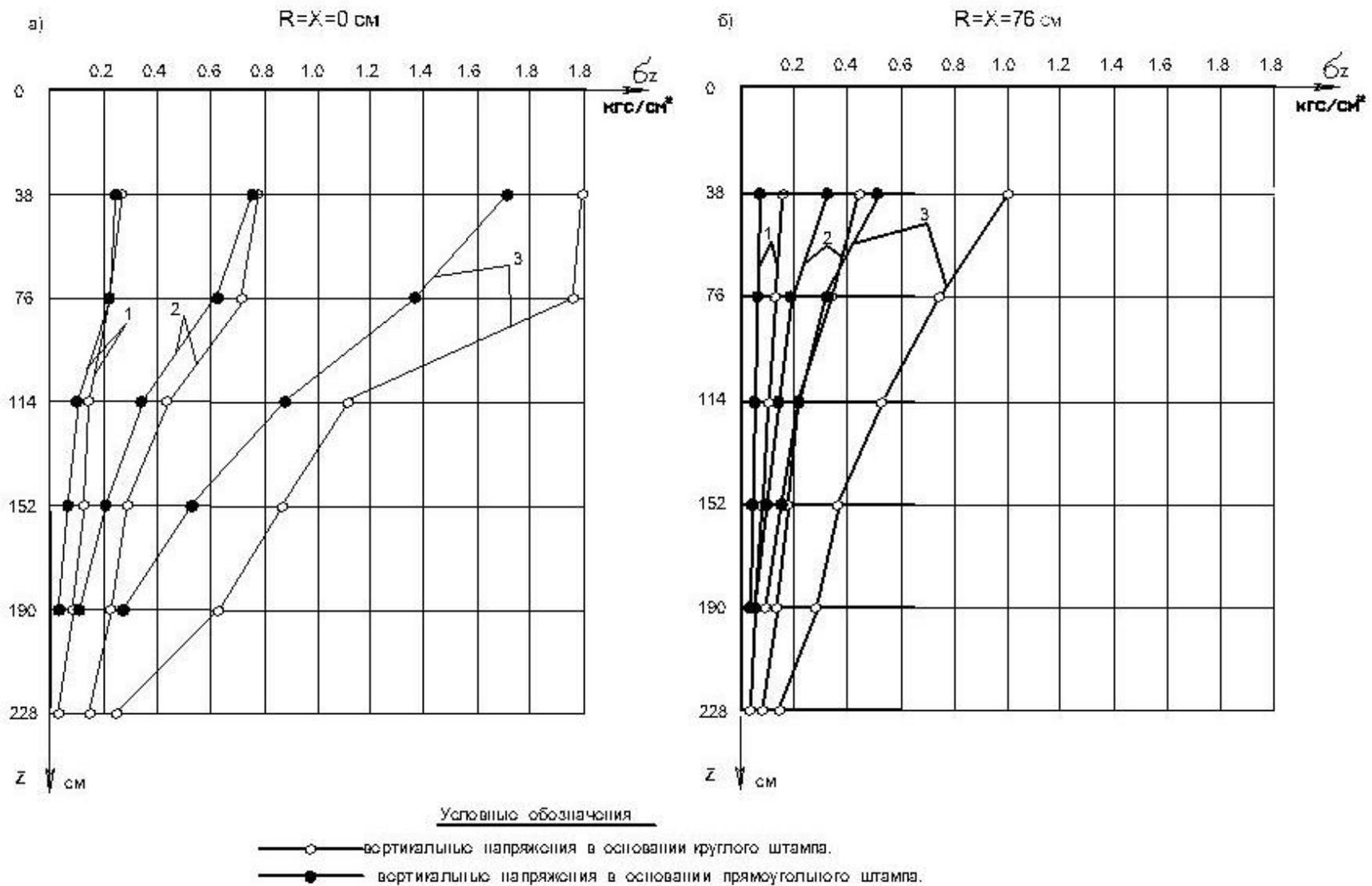


Рис. 3.9. Сравнительные эпюры распределения вертикальных напряжений в основании круглого и прямоугольного штампов. 1, 2, 3-соответственно при $P = 0.6, 1.0, 2.0$ кгс/ см².

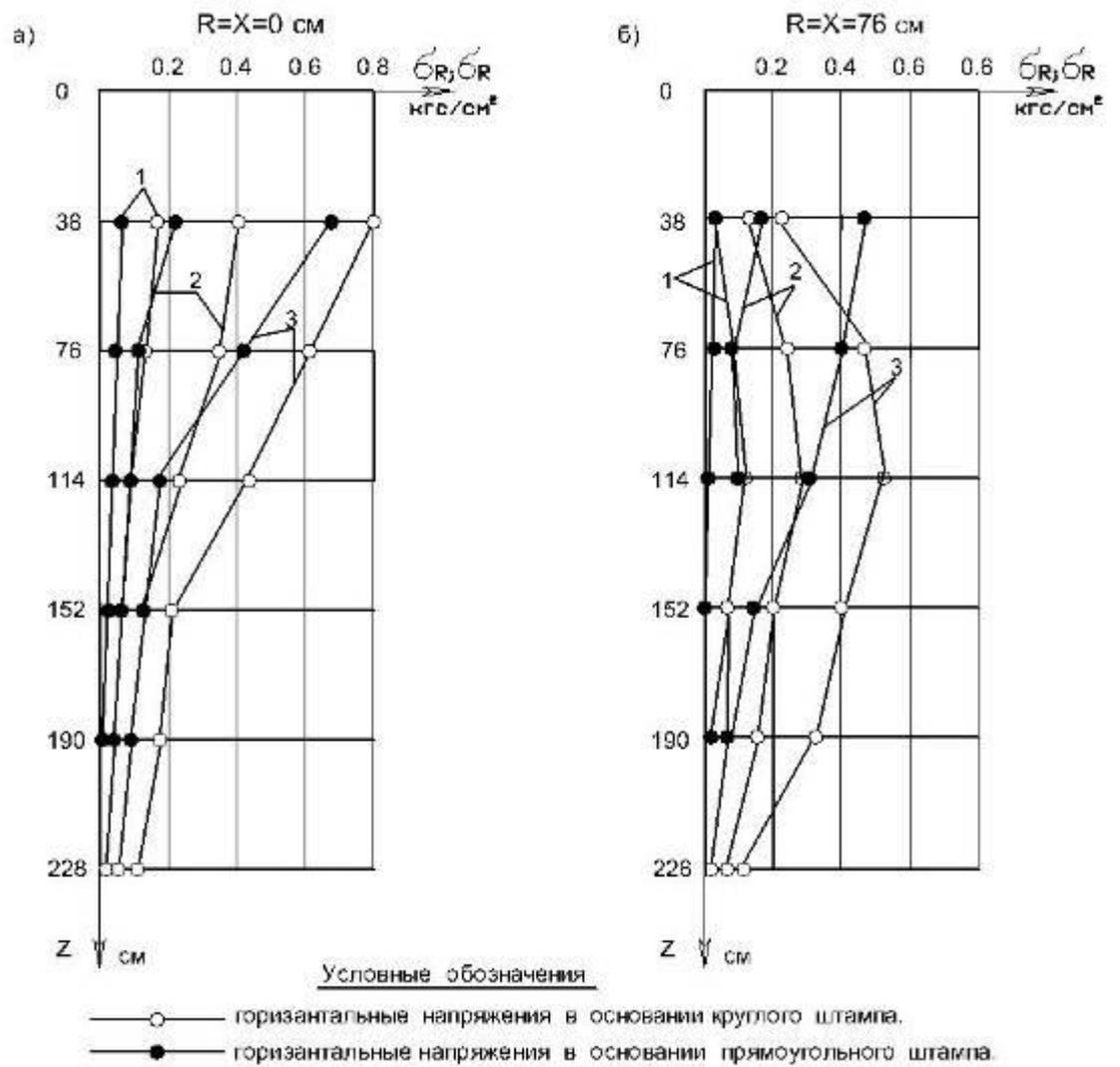


Рис. 3.10. Сравнительные эпюры распределения горизонтальных напряжений в основании круглого и прямоугольного штампов. 1, 2, 3-соответственно при $P = 0.6, 1.0, 2.0$ кгс/см².

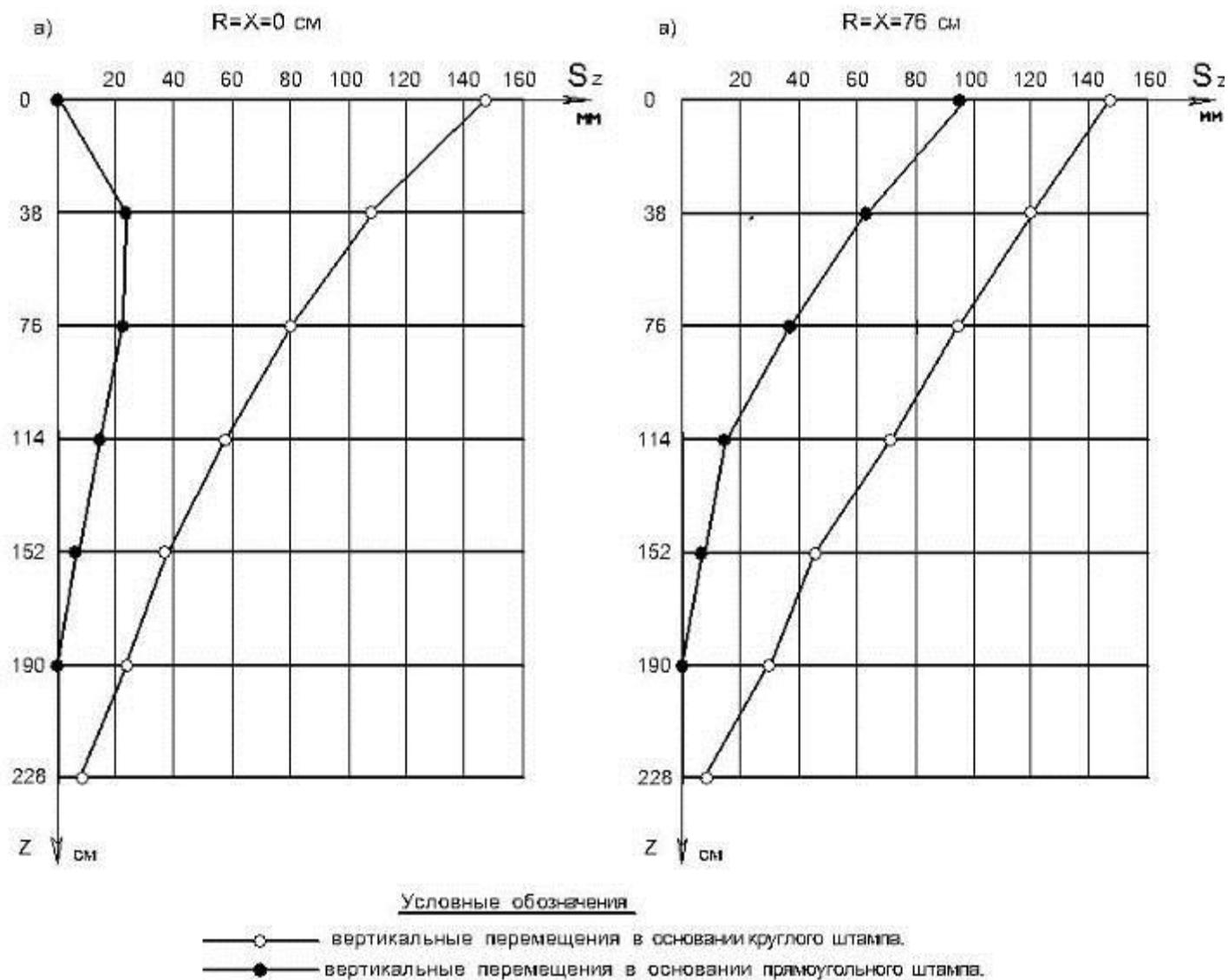


Рис. 3.10. Сравнительные эпюры распределения вертикальных перемещений в основании круглого и прямоугольного штампов при $P = 2.0$ кгс/см².

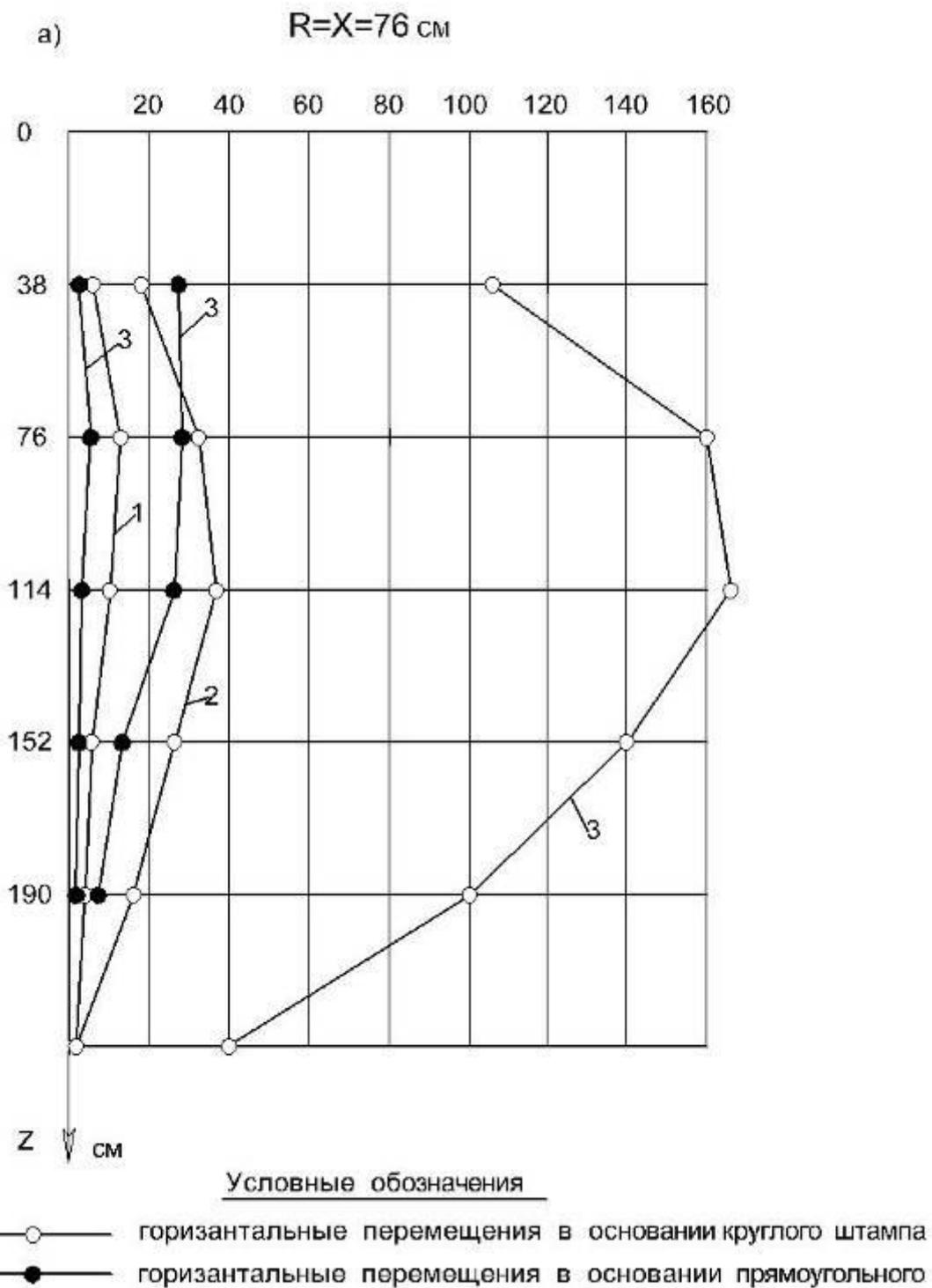


Рис. 3.10. Сравнительные эпюры распределения горизонтальных Перемещений в основании круглого и прямоугольного штампов. 1, 2, 3-соответственно при $P = 0.6, 1.0, 2.1$ кгс/ см².

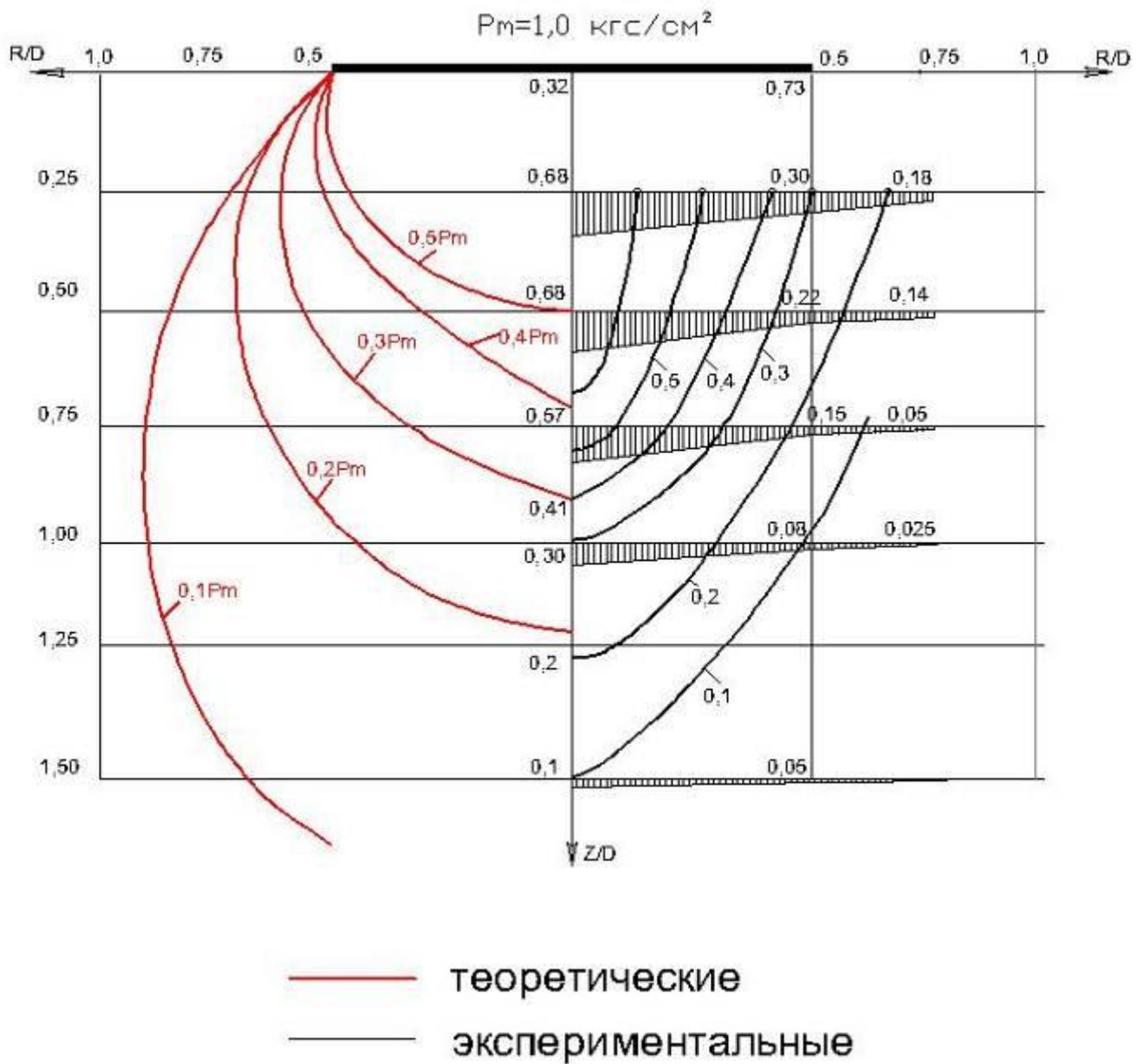


Рис. 3.11. Сравнительные эпюры распределения напряжения в основании круглого штампов при $P = 1,0 \text{ кгс/см}^2$.

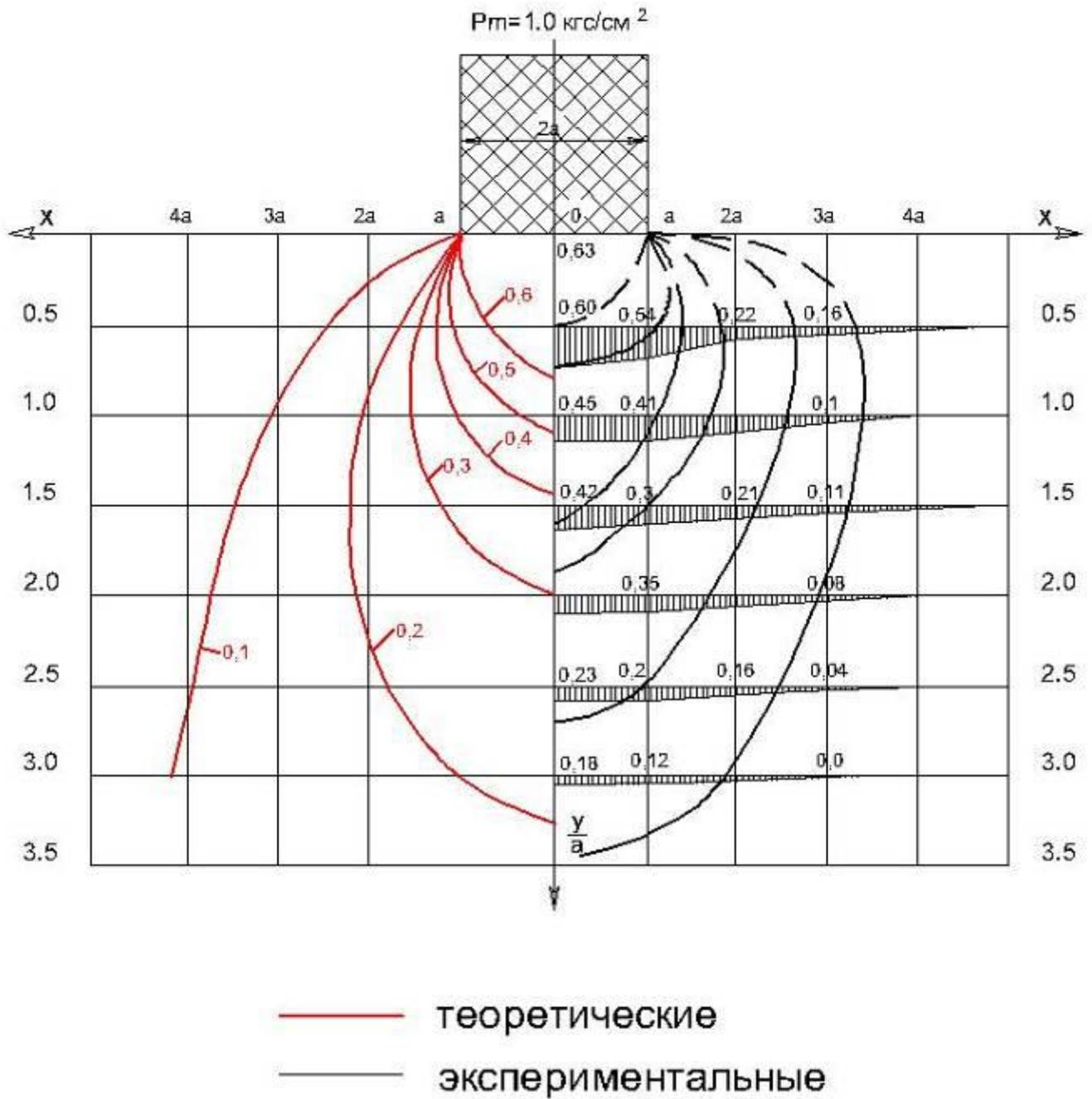


Рис. 3.12. Сравнительные эпюры распределения напряжения в основании прямоугольного штампов при $P = 1.0 \text{ кгс/см}^2$.

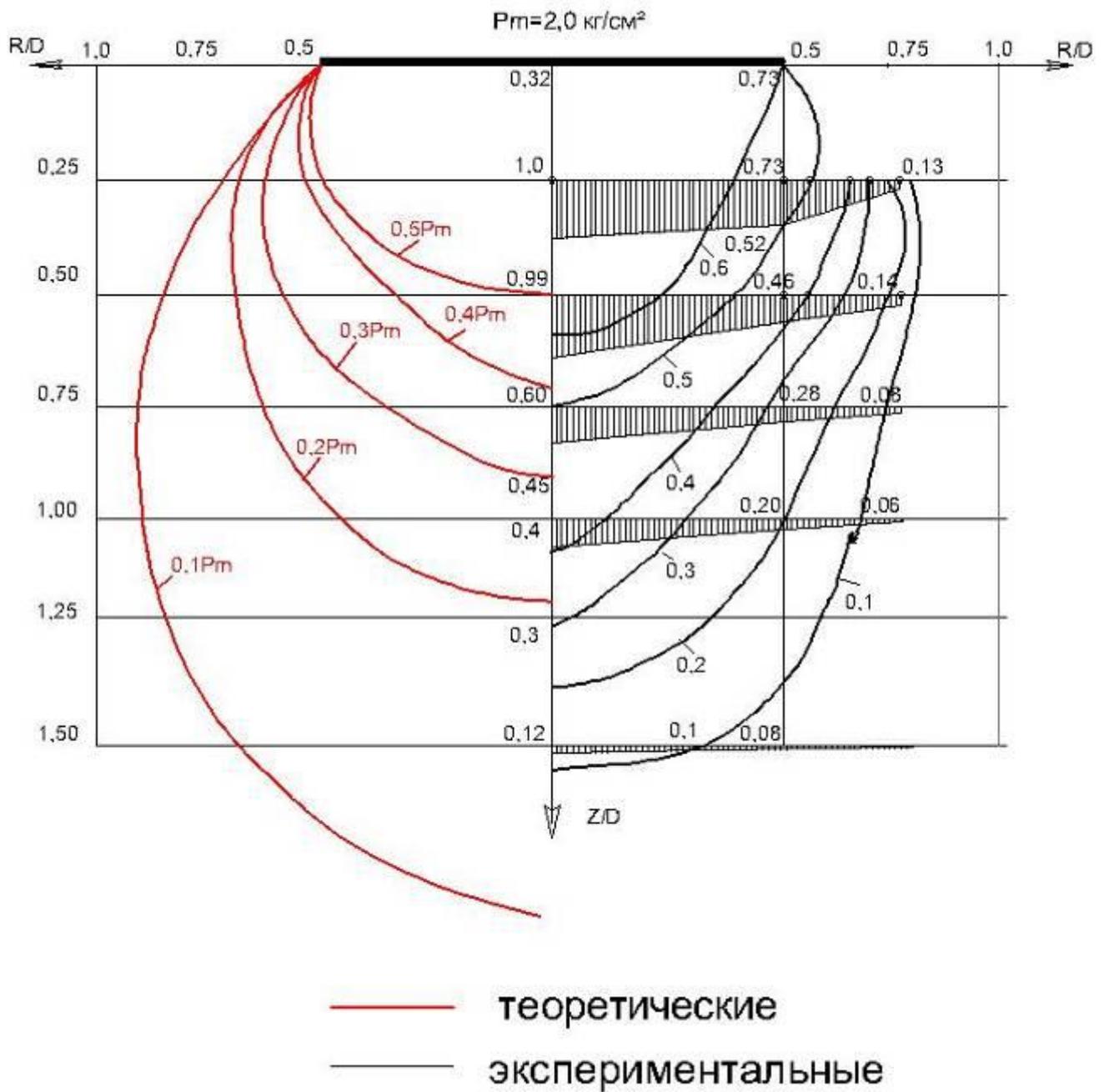


Рис. 3.11. Сравнительные эпюры распределения напряжения в основании круглого штампов при $P = 2.0 \text{ кг/см}^2$.

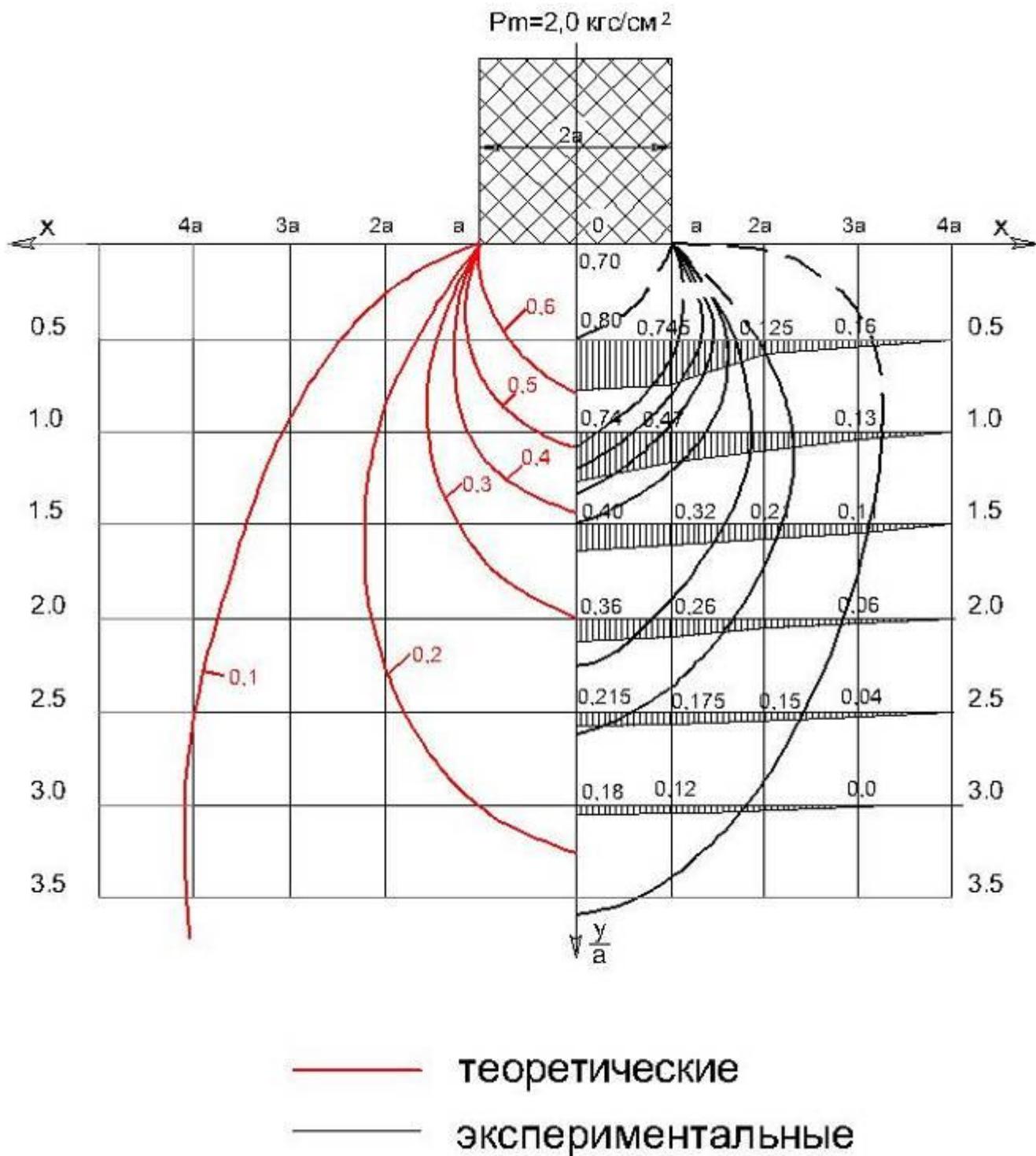


Рис. 3.12. Сравнительные эпюры распределения напряжения в основании прямоугольного штампов при $P = 2.0 \text{ кгс/см}^2$.

**Результаты сравнения вертикальных напряжений в основании
круглого и прямоугольного штампов.**

Таблица 3.4.

Расстояние от центра штампов (см)	Глубина точек измерения от подшвы штампа	Величина σ_z при P_m кгс/см ²						Разница между вертикальными напряжениями в основании круглого и прямоугольного штампов		
		В основании круглого штампа σ_z^e			В основании прямоугольного штампа σ_z^i			$\Delta = \frac{\sigma_z^e - \sigma_z^i}{\sigma_z^e} \cdot 100\%$		
		0,4	1,0	2,0	0,4	1,0	2,0	0,4	1,0	2,0
$R = X = 0$	38	0,27	0,78	2,0	0,26	0,76	1,7	4	3	15
	76	0,24	0,72	1,97	0,22	0,62	1,34	8	14	32
	114	0,15	0,39	1,12	0,12	0,31	0,90	20	20	20
	152	0,12	0,30	0,84	0,06	0,20	0,54	50	33	36
	180	0,10	0,24	0,64	0,04	0,12	0,28	60	50	56
$R = X = 76$	38	0,16	0,46	1,0	0,08	0,30	0,50	-50	35	50
	76	0,10	0,33	0,72	0,05	0,18	0,30	50	45	58
	114	0,07	0,21	0,50	0,03	0,09	0,20	57	43	60
	152	0,05	0,14	0,34	0,02	0,06	0,12	60	57	65
	180	0,03	0,08	0,15	0,0	0,0	0,	100	100	100

**Результаты сравнения горизонтальных напряжений в основании
круглого и прямоугольного штампов**

Таблица 3.5.

Расстояние от центра штампов (см)	Глубина точек измерения от подошвы штампа (см)	Величина σ_R и σ_x при P_m кгс/см ²						Разница между вертикальными напряжениями в основании круглого и прямоугольного штампов $\Delta = \frac{\sigma_z^{\dot{e}} - \sigma_z^{\ddot{e}}}{\sigma_z^{\dot{e}}} \cdot 100\%$		
		В основании круглого штампа σ_R			В основании прямоугольного штампа σ_x					
		0,4	1,0	2,0	0,4	1,0	2,0	0,4	1,0	2,0
$R = X = 0$	38	0,16	0,40	0,81	0,06	0,21	0,67	72,5	49	17
	76	0,12	0,30	0,61	0,03	0,10	0,41	75	67	33
	114	0,09	0,24	0,43	0,02	0,07	0,18	78	71	58
	152	0,05	0,12	0,22	0,01	0,05	0,12	-	84	53
	180	0,04	0,09	0,19	0	0,04	0,09	-	-	-
$R = X = 76$	38	0,05	0,12	0,24	0,04	0,13	0,45	20	-8	-88
	76	0,08	0,24	0,48	0,04	0,10	0,40	50	58	17
	114	0,11	0,28	0,52	0,02	0,10	0,30	64	64	42
	152	0,07	0,19	0,40	0,0	0,06	0,15	-	68	63
	180	0,04	0,13	0,27	0,	0,01	0,03	-	92	89

**Результаты сравнения вертикальных перемещений в основании
круглого и прямоугольного штампов**

Таблица 3.6

Расстояние от центра штампов (см)	Глубина точек измерения от подошвы штампа (см)	Вертикальные перемещения при $P_m = 2\epsilon\dot{\eta}/\dot{\eta}\epsilon^2$		$\Delta = \frac{S_z^{\dot{\epsilon}} - S_z^n}{S_z^k} \cdot 100$ (%)
		В основании круглого штампа	В основании прямоугольного штампа	
$R = X = 0$	38	119	62	48
	76	92	36	61
	114	67	16	76
	152	45	8	82
	180	30	2,2	93
$R = X = 76$	38	106	23	78
	76	79	22	72
	114	53	10	81
	152	32	4	88
	180	22	0	100

Результаты сравнения горизонтальных перемещений (S_R и S_x) в основании

Круглого и прямоугольного штампа

Таблица

3.7

Расстояние от центра штампов (см)	Глубина точек измерения от подошвы штампов (см)	Величина S_x и S_R при P_m кгс/см ²						Разница между вертикальными перемещениями в основании круглого и прямоугольного штампа в % $\Delta = \frac{S_R - S_x}{S_R} \cdot 100$		
		В основании круглого штампа S_R			В основании прямоугольного штампа S_x					
		0,6	1,0	2,0	0,6	1,0	2,0	0,6	1,0	2,0
$R = X = 76$	38	0,5	1,8	10,4	-	0,30	2,7	-	89	74
	76	1,0	3,4	16,4	-	0,36	2,8	-	84	83
	114	0,9	3,6	16,6	-	0,22	2,5	-	94	97
	152	0,5	2,4	14,0	-	0,25	1,3	-	94	91
	180	0,2	0,75	10	-	0,10	0,6	-	87	94

3.3-§ Выводы по главе 3

На основе экспериментальных данных и сравнительного анализа их с решениями теории линейно-деформируемой среды можно сделать следующие основные выводы:

1. Экспериментально установлено, что графики зависимости осадки штампов от нагрузки имеют три характерных участка. Первый участок прямолинейный. С увеличением среднего давления на штамп, превышающий начальное присадочное давление лессового грунта происходит прорезка основания, при этом начало прорезки соответствует началу второго криволинейного участка на графике осадки от нагрузки. На общую осадку штампов влияет их форма. Деформация поверхности основания (общие деформации) имеет форму лунки.

2. На основе анализа данных приведенных в работе [83] установлено, что распределение и вид эпюр вертикальных и горизонтальных нормальных напряжений по глубине влажного лессового основания круглого и прямоугольного штампа одинаковы, но они численно различны. Результаты сравнения объемов экспериментально полученных эпюр по горизонтальным сечениям основания круглого и прямоугольного штампов с приложенной внешней нагрузкой показали, что отклонение от условия равновесия находится в пределах 2-10%.

3. Результаты экспериментальных данных приведенные в работе [83] установлено, что в основании круглого и прямоугольного штампов при давлении меньше начального просадочного давления приращение вертикальных и горизонтальных напряжений происходит пропорционально приращению внешней нагрузки. При давлениях больше начальной просадочной во влажном лессовом основании круглого и прямоугольного штампов наблюдается неравномерное приращение напряжений и перераспределение их. Вертикальные напряжения концентрируются в пределах деформируемой области основания под штампами, а горизонтальные в области за пределами штампов.

4. По данным и анализа экспериментальных исследований приведенных в работе [83] установлено; что характер распределения вертикальных и горизонтальных перемещений в основании круглого и прямоугольного штампов одинаков, но величина перемещений отличается численно.

Вертикальные и горизонтальные перемещения отличается численно. Вертикальные и горизонтальные перемещения в основании прямоугольного штампа затухают быстрее, чем в основании круглого штампа. Основная часть деформации основания (до 80%) как под круглым, так и под прямоугольным штампом происходит в пределах глубины равной 0,5-0,75 диаметра круглого и 1,5-2,0 ширины прямоугольного штампа. Сжимаемая толща под круглым штампом больше, чем под прямоугольным штампом.

5. Результаты проведенных лотковых штамповых опытов и экспериментальных данных приведенные в работе [83] показал, что на напряженно-деформированное состояние влажных лессовых оснований в значительной степени влияют форма и размеры штампа (фундамента).

6. Из сравнения экспериментальных данных [83] с аналитическими решениями установлено, что в интервале давлений не превышающих начальное просадочное давление основные закономерности напряженно-деформированного состояния влажных лессовых грунтов достаточно точно для инженерных расчетов (в пределах 10-20%) описываются теоретическими решениями линейно-деформируемой среды. При давлениях больших начального просадочного давления решения теории линейно-деформируемой среды для влажных лессовых грунтов занижены по сравнению с экспериментальными значениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Официально-документальные материалы

1. Градостроительный кодекс Республики Узбекистан // Народное слово.- 2002.-17 мая.-С. 1-2.-4
 2. Жилищный кодекс Республики Узбекистан // Правда Востока. - 1999.- 16 февраль, -С. 1-5.
 3. Закон Республики Узбекистан об ответственности юридических лиц за правонарушения в области строительства // Налоговые и таможенные вести, - 2001. 15 января.-№3.-С. 3-4.
 4. Конституция Республики Узбекистан. - Т.: Узбекистан, 1998. - с. 48.
 5. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему совершенствованию архитектуры и градостроительства в Республике Узбекистан» от 26 апреля 2000 года № УГ1-2595
 6. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении положений о лицензировании деятельности в области строительства» от 24 сентября 2003 года №410.
 7. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах по совершенствованию деятельности Государственного комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству» от 2 декабря 2003 года.
 8. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности проектно-изыскательских организаций» от 29 апреля 2008 года.
- Произведения Президента Республики Узбекистан И.А. Каримова**
9. Каримов И.А. Узбекистан: национальная независимость: экономика,
 10. политика, идеология. Т.1., - Т.: Узбекистан, 1996. - 349 с.
 11. Каримов И.А. Мыслить и работать по новому требованию времени. Т.5., - Т.: Узбекистан, 1997. - 332 с.
 12. Каримов И.А. Наша высшая цель-независимость Родины, свобода и благополучие народа. Т.8., - Т.: Узбекистан, 2000. - 512 с.

13. Каримов.И.А. Выступление Президента Республики Узбекистан на заседании межведомственного координационного совета // Народное слово. 2001.-12 января.-№9.
14. Каримов И.А. За процветание родины - каждый из нас в ответе. Доклад Президента Республики Узбекистан на заседании Кабинета Министров, посвященному итогам социально-экономического развития страны в 2001 году // Народное слово.2001.17 февраль. - №37.
15. Каримов. И.А. Утверждение духа предпринимательства в обществе - залог - прогресса. Выступление Президента Республики Узбекистан на заседании Кабинета Министров по итогам I полугодия 2001 года // Народное слово.-2001.18 июня.-№140.
16. КаримовИ.А. Наша главная цель - демократизация и обновление общества, реформирование и модернизация страны. Доклад Президента Республики Узбекистан на совместном заседании Законодательной палаты и Сената Олий Мажлиса // Правда Востока, 29 января 2005 г. - №21 - С. 1-3.
17. Абелев М.Ю., Рязанов Н.С. натурные исследования распределения напряжений в основании круглых жестких штампов на водонасыщенных глинистых грунтах. Сборник трудов. Строительство на слабых грунтах, Рига, 1970.
18. Абелев Ю.М. и Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. Москва, Стройиздат, 1979.
19. Абелев Ю.М. исследование деформации основания уплотненного песчаными сваями. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. № 2, 1961.
20. Абрамов Л.Т. Крыжановский И.М., Петрова А.Г. Исследование распределения напряжений в грунтах от статической нагрузки. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 6, 1969.
21. Бабков В.Ф. Обзор экспериментальных работ по измерению напряжений в грунте. Труды ДорНИИ, вып. 1, М., 1938, издание Гушосдора.

22. Балюра М.В. Горизонтальные перемещения в основании под жестким штампом. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №1, 1970.
23. Баранов Д.С. Выбор основных параметров грунтовых месдоз из условий наименьшего искажения измеряемых давлений. Развитие метода проволочной тензометрии для исследований строительных конструкций. Труды института ЦНИИСК, Вып. 14. Госстройиздат, М., 1962.
24. Баранов Д.С. Измерительные приборы, методика и некоторые результаты исследований распределения давлений в песчаном грунте. Научные сообщения № 7. ЦНИИСК а. М., 1959.
25. Баранов Д.С., Сидорчук В.Ф., Карамзин В.Е. Метрологические испытания месдоз ЦНИИСК и их результаты. В сб. трудов ЦНИИСК, Тензометрические исследования строительных конструкций. М., Госстройиздат, 1971.
26. Винокуров Е.Ф. Моренные грунты как основания сооружений. Наука и техника, Минск, 1968.
27. Винокуров Е.Ф. Современное состояние и проблемы расчета сложных грунтовых оснований и фундаментов (Межвузовский сборник), Новочеркасск, 1977.
28. Вялов С.С. Миндич А.Л. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния слоя слабого грунта, подстилаемого малосжимаемой толщи. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 1, 1977.
29. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М., Высшая школа, 1978.
30. Герсеванов Н.М. Основы динамики грунтовой массы. ОНТИ, 1937.
31. Герсеванов Н.М. Собрание сочинений, т. I и II, Стройвоенномор издат, № 1, 1948.
32. Герсееванов Н.М., Поышин Д.Е. Теоретичекие основы механики грунтов и их практическое приложение. Стройиздат, 1948.

33. Гольдштейн и другие. Расчеты осадок и прочности оснований зданий и сооружений. Киев, «Будивельник», 1977.
34. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов, т. 1 т. 2, т. 3, 1971, 1979.
35. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Госстройиздат, 1952.
36. Гольдштейн М.Н. Шугаев В.В. О характере деформаций лессовых грунтов под фундаментами в процессе замачивания. Вопросы строительства на лессовых грунтах, Воронеж, ВИСИ, 1961.
37. Горбунов-Посадов М.И. Осадка фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием. М., 1946.
38. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании. Гостройиздат, 1953.
39. Горбунов-Посадов м.И., Давыдов С.С. О совместной работе оснований и сооружений. В. Кн.: Генеральные доклады VIII Международного конгресса по механике грунтов и фундаментостроению. М., Стройиздат, 1975.
40. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А. расчет конструкций на упругом основании. М., Стройиздат, 1973.
41. Демкин В.М., Колейкин В.С. расчет фундаментов на нелинейно-деформируемых многослойных основаниях. Изв. ВУЗов, Строительство и архитектура, № 3, 1978.
42. Довнарвич С.В., Польшин Д.Е., баранов Д.С., Сидорчук В.Ф. Влияние характера деформирования основания на его напряженное состояние.
43. Долматов Б.И. Расчет оснований зданий и сооружений по предельным состояниям. Стройиздат, Л., 1969.
44. Егоров К.Е. К расчету деформации оснований (Сборник статей) Москва 2002 г.
45. Зарецкий Ю.К. К расчету ленточных фундаментов на линейно-деформируемом и неоднородном основании. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 1. 1965.

46. Зарецкий Ю.К. теория консолидации грунтов. М., наука, 1967.
47. Иванов Н.Н. Современное состояние вопросов о расчете дорожных одежд. Труды Дорнии. Исследования методов расчета толщины дорожных покрытий. Вып. 1. Издания Гушосдора М., 1938.
48. Ильюшин А.А. Пластичность, Москва, ОГИЗ, 1948.
49. Клейин Г.К. Дудаев А.К. К расчету балок, лежащих на грунтовом основании, с учетом переменности по глубине модуля деформаций. Сборник трудов МИСИ, № 79, 1971.
50. Клейин Г.К. расчет балок на сплошном основании, непрерывно неоднородном по глубине. Строительная механика и инструкции, Сборник третий, Госстройиздат, 1954.
51. Клейн Г.К. Справочник проектировщика. Разд. 20, механика грунтов. Гостстройиздат, 1960.
52. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел. М., Гостстройиздат, 1956, 1977
53. Кравцов Г.И. Исследования напряженно-деформированного состояния увлажненного лессового основания в условиях осесимметричной задачи. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Москва, 1968.
54. Кушпер С.Г. Определение горизонтальных перемещений, вызванных равномерно распределенной полосой нагрузкой с учетом трения и сцепления в плоскости контакта. Труды ДИИТа. Геотехника в строительстве. Вып. 1У. Днепропетровск, 1970.
55. Лазебник Г.Е. Опытные исследования «эффекта ориентации» и разработка новых конструкций динамометров для измерения давлений в массиве грунта. Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веднеева, т. 93, Энергия, 1970.
56. Лазебник Г.Е. рекомендации по измерении давлений на контакте сооружений с грунтом. Изд.-во НИИ строительного производства Госстроя УССР, 1966.

57. Лазебник Г.Е., Смирнов А.А. Определение напряжений и деформаций под фундаментами в основаниях из различных грунтов. Исследование по основаниям, фундаментам и механике грунтов, «Будивельник», 1969.
58. Лекви А.Н. О деформации устойчивости глинистого основания под жестким штампом. Журн. механика грунтов основания и фундаменты. Труды Лита, вып. 20, изд-во «Транспорт», 1966.
59. Ломизе Г.М., Кравцов Г.И. Опыт натурного исследования напряженно-деформированного состояния лессового основания в условиях осесимметричной задачи. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №3, 1969.
60. Ломизе Г.М., Крыжановский А.Л., Петрянин В.Ф. Исследования закономерностей напряженно-деформированного состояния песчаного основания при плоской деформации. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №1, 1972.
61. Малышев М.В. распределение напряжений и деформаций в нелинейно-деформируемом основании, нагруженными сосредоточенной силой. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 3, 1963.
62. Малышев М.В., Зарецкий Ю.К., Широков В.Н., Черемных В.А. о совместной работе жестких фундаментов в нелинейно-деформируемом основании. Труды УШ Международного конгресса по механике грунтов и фундаментостроению. М., Стройиздат, 1973.
63. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. Изд-во «Высшая школа», М., 1968.
64. Мурзенко Ю.Н. ревенко В.В. Экспериментальные исследования распределения нормального и касательных напряжений в основании круглого штампа с помощью тензорных месдоз. В кн.: основания и фундаменты (Межвузовский сборник), Новочеркасск, 1976.
65. Окулова М.Н. Исследование напряженного состояния песчаных грунтов. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №4, 1966.

66. Окулова М.Н., Роськова Г.С. Применение метода проникающих излучений для исследования деформаций грунтов. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №3, 1974.
67. Покровский Г.И., Булычев В.Г. исследование напряжений в грунтах и многослойных одеждах при динамической нагрузке. Труды ДорНИИ, вып. 1, изд. Гунодора, М., 1938.
68. Раевский И.Б. Влияние размеров штампа на характер просадки лессовых грунтов. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №5, 1962.
69. Роза С.А. Изучение уплотняемости и несущих свойств грунтов, слагающих основание сооружения. ЛенгидЭП, 1947.
70. Сидорчук В.Ф., исследование и усовершенствование прямого метода измерения давления в грунтах. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. М., 1971.
71. Симвулиди И.А. расчет инженерных конструкций на упругом основании. М., высшая школа, 1978.
72. Строительные нормы и правила основания зданий и сооружений кмк 2. 02. 01-98 издание официальное государственный комитет республики узбекистан по архитектуре и строительству ташкент 1999 г.
73. Скормин Г.А. Статьи в сборнике «основания, фундаменты и подземные сооружения», Труды IV научно-технической конференции молодых работников НИИ оснований, 1968.
74. Скормин Г.А., Малышев М.В. Экспериментальные исследования распределения напряжений в песчаном основании под круглым фундаментом в процессе роста нагрузки. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 5, 1970.
75. Терцаги К. Теория механики грунтов. Перев. С нем. Под ред. Цытовича Н.А., М., Госстройиздат. 1961.
76. Федоров И.С. Исследование распределения напряжений в грунте и осадок фундаментов при помощи моделей. Ж.Т.Ф., т. 5, вып. 6, 1935.

77. Флорин Основы механики грунтов. Том 1, 2. М Госстройиздат, 1959, 1961.
78. Фрелих О.К. распределение давления в грунтах. Издательство наркомхоза РСФСР, М., 1938.
79. Харр М.Е. Основы теоретической механики грунтов, М., Стройиздат, 1971.
80. Хейфиц В.З. метрологические задачи в исследованиях напряженного состояния грунта. Труды координационных совещаний по гидротехнике. Вып. № 63, Л., «Энергия», 1971.
81. Хейфиц В.З. Петрашень Н.Р. Прибор для определения деформационных характеристик грунта. Авт. Св. № 286307, бюл. № 34, 1970.
82. Хейфиц В.З., АРСГ Г.А., Петрашень Н.Р. Основные задачи метрологии в области измерения напряжений в грунтах. Труды 2 Всесоюзного симпозиума «Исследование инженерных сооружений». Л. 1969, «Наука», 1972.
83. Хейфиц В.З., Радкевич Д.Б., Калинин В.В., Петрашень. И.Р. Датчик давления. Авт. сб. №301584, бюл. №15, 1971.
84. Ханкельдиев М.М. Исследование напряженно-деформированного состояния оснований из влажных лессовых грунтов под жесткими штампами. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.
85. Цытович Н.А., Абелев М.Ю., Сидорчук В.Ф., Полищук А.И., Экспериментальные исследования напряженно- деформированного состояния лессовых грунтов в основании жестких штампов. Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. №3, 1979.
86. Цытович Н.А., Механика грунтов. Госстройиздат, М., 1963, 1973, 1979.
87. Черкасов И.И. механические свойства грунтовых оснований. Автотрансиздат, 1958.
88. Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве М. изд.-во, Транспорт, 1976.

