

**Я.Б. Кунанбаева\***

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

**Информация об авторе:**

Кунанбаева Яйрахан Бекайдаровна – доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<https://orcid.org/000-0001-9465-6980>, email: [aira.kunaeva@mail.ru](mailto:aira.kunaeva@mail.ru)

## **УПЛОТНЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ЗАМАЧИВАНИЕМ И ВЫТРАМБОВЫВАНИЕМ ГРУНТОВЫХ ПОДУШЕК**

**Аннотация.** *Обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений, построенных на просадочных грунтах, является одной из важных задач. Просадка грунта может приводить к нарушению прочности зданий и сооружений и невозможности дальнейшей их эксплуатации. Необходимо совершенствование существующих методов подготовки основания.*

*В данной статье рассматривается опыт применения метода замачивания толщи просадочных грунтов в сочетании с устройством вытрамбованной грунтовой подушки. Работы по уплотнению просадочных грунтов замачиванием и вытрамбовыванием ведутся последовательно на трех картах. Замачивание производится через траншеи глубиной 2...3 м, шириной – 2,0 м. Весь грунт из траншеи складывается внутри карт для создания пригруза, в результате чего создается дополнительное давление на грунт, равное 10...30 кПа. На следующем этапе под здания вытрамбовываются по заданной сетке локальные котлованы, которые заполняются местным грунтом с послойным уплотнением. Уплотненные зоны вокруг котлованов перекрываются, и в результате создается вытрамбованная грунтовая подушка, которая составляет единый уплотненный массив. Таким образом, достигается устранение просадочных свойств грунта.*

**Ключевые слова:** *просадочный грунт, замачивание грунтов, вытрамбовывание, грунтовая подушка, уплотненная зона.*

**Введение.** На юге Казахстана широко распространены территории, сложенные просадочными грунтами. Просадочные грунты являются одним из видов глинистых грунтов. Такие грунты, находясь под действием нагрузки от веса здания или сооружения и собственного веса, при замачивании дают дополнительную осадку, которая называется просадкой грунта. Просадка грунта приводит к нарушению прочности зданий и сооружений и невозможности дальнейшей их эксплуатации. В связи с этим необходимо обеспечение надежности и долговечности построенных на этих грунтах зданий и сооружений.

Строительство с проведением мероприятий по устранению просадочных свойств грунта требует совершенствования существующих и разработки инновационных методов подготовки основания. Для полного устранения просадочных свойств грунта применяется предварительное замачивание в сочетании с другими методами, например с уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, уплотнением глубинными взрывами [1, 2]. Все

большее распространение для устранения просадочных свойств грунта получает технология вытрамбовывания котлованов [3,4].

**Материалы и методы.** Метод предварительного замачивания и устройства грунтовой подушки методом вытрамбовывания был апробирован в г.Шымкент при строительстве жилого дома. Сущность этого метода заключается в следующем. Работы по уплотнению просадочных грунтов замачиванием и вытрамбовыванием ведутся последовательно на трех картах.

Карты разрабатываются на расстоянии 2,0 м от внешних осей здания. Глубина траншей составляет 2...3 м в зависимости от рельефа площадки, ширина – 2,0 м. Весь грунт из траншей складировается для создания пригруза внутри карт, в результате чего создается дополнительное давление на грунт, равное 10...30 кПа (рис. 1). На первой карте размером 23,4x63,2 м замачивание осуществляется в течение 22 суток. В траншеи заливают более 16000 м<sup>3</sup> воды, что составляет более 11м<sup>3</sup> на 1м<sup>2</sup> замачиваемой площади. Столько же воды и времени затрачивается и на двух других аналогичных по размерам картах.

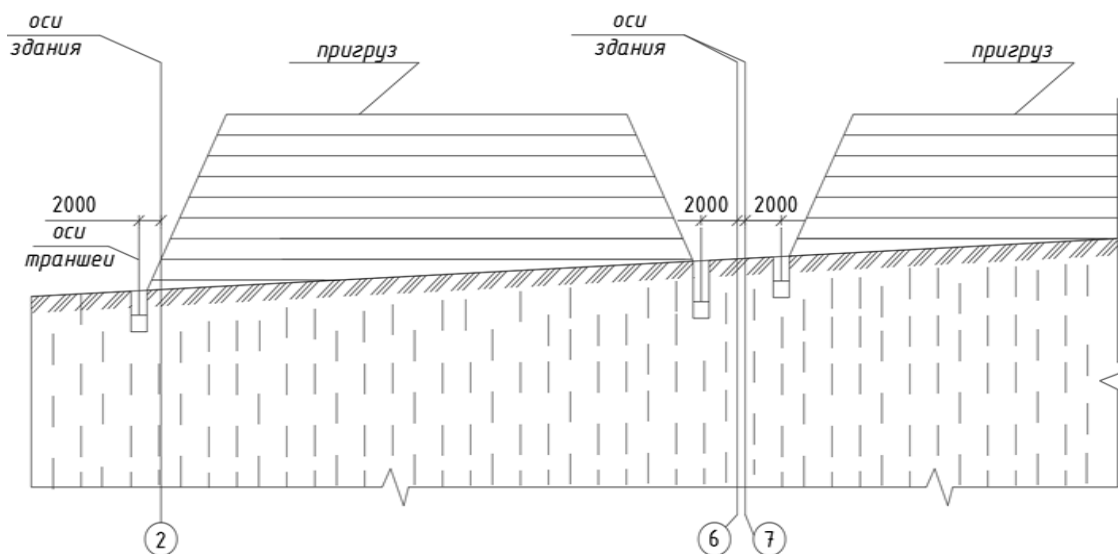


Рисунок 1 – Схема уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием с устройством пригрузки

Уплотнение верхней части просадочной толщи осуществляется методом вытрамбовывания грунтовой подушки, заключающимся в том, что под здания вытрамбовываются по заданной сетке локальные котлованы, заполняемые местным грунтом с послойным уплотнением. При этом расстояния между осями котлованов принимаются таким образом, чтобы уплотненные зоны, образующиеся вокруг котлованов при вытрамбовывании, перекрывались, и вытрамбованная грунтовая подушка составляла единый уплотненный массив. Для вытрамбовывания грунтовой подушки используется навесное оборудование к экскаватору Э-10011 с трамбовкой 6,5 т, высотой 1,8 м, диаметрами: по верху – 1,6 м, по низу – 0,8 м. Расстояние между осями локальных котлованов расположенных в шахматном порядке, принимается равным 2,5 м (рис. 2).

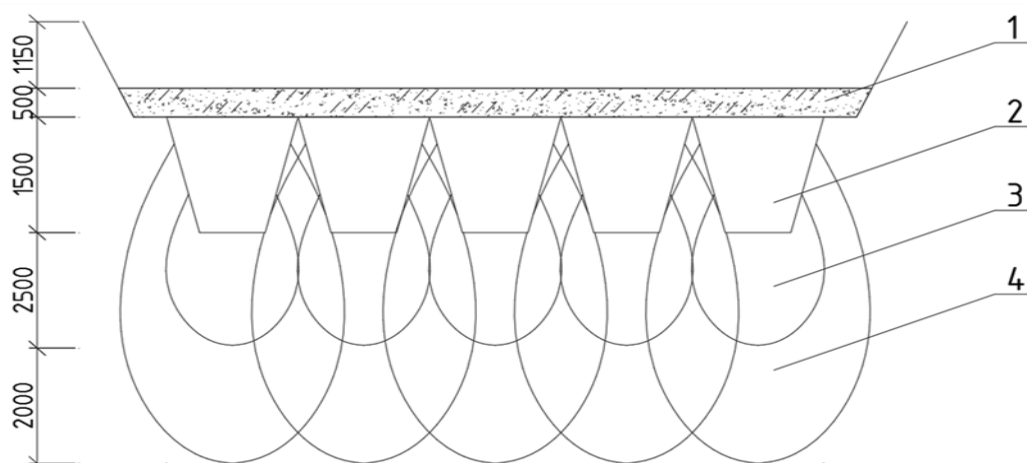


Рисунок 2 – Вытрамбованная грунтовая подушка:

- 1 – гравийная подсыпка; 2 – уплотненный грунт в полости локального котлована;  
3 – втрамбованный грунт в дно котлована; 4 – зона распространения уплотнения

Для увеличения зоны уплотнения в дно каждого локального котлована вытрамбовывается до  $10\text{ м}^3$  местного грунта. После заполнения котлованов местным грунтом верхняя часть грунтовой подушки доуплотняется поверхностным трамбованием трамбовкой массой 5 т. Для контроля плотности грунтов уплотненного основания откапываются три шурфа, отбираются образцы грунта, и проводится лабораторный анализ.

**Результаты и обсуждение.** Лабораторный анализ образцов грунта, взятых по окончании замачивания из четырех скважин глубиной 20 м, показывает, что влажность, начиная с глубины 3...4 м, увеличивается в среднем на 12% и достигает значений 0,22...0,28 (табл. 1), т.е. происходит замачивание всей просадочной толщи. О полном водонасыщении просадочной толщи свидетельствуют результаты наблюдений за поверхностными марками. Через 22 суток после начала замачивания, просадки поверхности составляют 0,14...0,18 м при прогнозе 0,15...0,34 м.

Таблица 1 – Влажность грунтов

Глубина отбора, м	Влажность грунтов, %				
	До замачивания	После замачивания			
		С 1	С 2	С 3	С 4
1.0	12.0	16.1	7.0	9.5	5.9
2.0	14.7	27.6	13.4	15.1	8.9
3.0	14.8	24.4	16.0	21.4	10.9
4.0	17.5	23.6	18.5	22.1	20.7
5.0	16.5	25.9	17.5	25.3	22.1
6.0	17.4	26.2	19.4	24.0	21.8
7.0	15.6	28.0	20.0	23.2	24.0
8.0	16.0	30.5	19.6	24.4	26.0
9.0	-	27.0	22.7	23.5	23.2
10.0	-	33.2	20.5	22.9	21.7
11.0	16.8	36.4	22.9	22.5	20.7
12.0	-	36.7	22.0	23.5	21.5

13.0	16.8	33.2	22.2	21.7	24.2
14.0	18.3	34.6	19.6	22.0	25.6
15.0	19.3	27.8	21.2	22.9	26.6
16.0	-	28.4	21.2	22.0	26.1
17.0	-	21.6	20.6	27.5	26.8
18.0	-	22.5	25.0	29.5	26.4
19.0	-	24.3	22.8	27.3	25.9
20.0	-	24.8	24.1	25.9	25.9

После втрамбовывания местного грунта в дно каждого котлована и уплотнения верхней части будущей грунтовой подушки поверхностным трамбованием были откопаны три шурфа, из которых были отобраны образцы грунта. Отбор образцов грунта осуществлялся для контроля плотности грунтов уплотненного основания. По результатам лабораторных исследований было установлено, что уплотнение просадочных грунтов замачиванием и вытрамбовыванием позволяет создать уплотненную грунтовую подушку толщиной более 4 м (табл. 2).

Таблица 2 – Плотность сухого грунта

Глубина отбора, м	Плотность сухого грунта после устройства грунтовой подушки, г/см <sup>3</sup>		
	Ш 1	Ш 2	Ш 3
0.5	1.78	1.73	1.65
1.0	1.75	1.70	1.60
1.5	1.71	1.61	1.70
2.0	1.69	1.60	1.69
2.5	-	1.84	-
3.0	-	1.78	-
3.5	-	1.63	-
4.0	-	1.64	-
4.5	-	1.60	-

### Заключение

Сочетание замачивания через траншеи и вытрамбовывания грунтовой подушки позволяет ликвидировать просадочные свойства грунтов в основании здания с наименьшими трудозатратами. При этом за счет большей по сравнению с фильтрационными скважинами, фильтрационной поверхности траншей и дополнительного пригруза, происходит сокращение времени замачивания на 25...40 суток. Уплотненная грунтовая подушка может достигать толщины более 4 м.

### Литература:

1. Богомолов А.Н., Галай Б.Ф., Олянский Ю.И., Сербин В.В., Плахтюкова В.С. Уплотнение просадочных грунтов глубинными взрывами на юге России // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2015. – №42 (61). – С. 4-14.
2. Габиров Ф.Г., Бартоломей Л.А. Использование энергии землетрясений при глубинном уплотнении лессовых просадочных суглинков гидровзрывами // Интернет-вестник ВолГАСУ. – 2013. – №2 (27) – С. 17.

3. Бровко И.С., Бижанов Т.А., Тулешов М.О. Внедрение перспективных фундаментных конструкций на просадочных грунтах юга Казахстана // В сборнике: 64-я научно-техническая конференция ГОУ «СибАДИ» в рамках Юбилейного Международного конгресса «Креативные подходы в образовательной, научной и производственной деятельности», посв. 80-летию академии. Материалы конференции. – 2010. – С. 148-150.
4. Югай О.К., Кунанбаева Я.Б. О целесообразности применения технологии вытрамбовывания котлованов в грунтовых условиях Южного Казахстана // Проблемы строительства на просадочных грунтах Южного Казахстана: тез. докл. республ. научн.-практ. конф. – Чимкент, 1991. – С. 7-11.

#### References:

1. Bogomolov A.N., Galai B.F., Olyansky Yu.I., Serbin V.V., Plakhtyukova V.S. Compaction of subsidence soils by deep explosions in the south of Russia // Vestnik VolGASU. Series: Construction and Architecture. – 2015. – №42 (61). – Pp. 4-14.
2. Gabibov F.G., Bartolomey L.A. The use of earthquake energy in deep compaction of loess subsidence loams by hydraulic explosions // VolGASU Internet Bulletin. – 2013. – №2 (27) – P. 17.
3. Brovko I.S., Bizhanov T.A., Tuleshov M.O. Introduction of promising foundation structures on subsidence soils of the south of Kazakhstan // In the collection: the 64th scientific and technical conference of the State Educational Institution "SibADI" within the framework of the Jubilee International Congress "Creative approaches in educational, scientific and industrial activities", dedicated to the 80th anniversary of the Academy. Materials of the conference. – 2010. – Pp. 148-150.
4. Yugai O.K., Kunanbayeva Ya.B. On the expediency of using the technology of ramming pits in the soil conditions of Southern Kazakhstan // Problems of construction on subsident soils of Southern Kazakhstan: tez. dokl. republ. scientific-practical conf. – Shymkent, 1991. – Pp. 7-11.

#### Я.Б. Құнанбаева \*

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

#### Автор жайлы ақпарат:

Құнанбаева Яйрахан Бекайдарқызы – доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
<https://orcid.org/000-0001-9465-6980>, email: [aira.kunaeva@mail.ru](mailto:aira.kunaeva@mail.ru)

**Аңдатпа.** Шөгетін топырақтарда салынған ғимараттар мен құрылыстардың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Топырақтың шөгуі ғимараттар мен құрылыстардың беріктігінің бұзылуына және оларды одан әрі пайдалану мүмкін еместігіне әкелуі мүмкін. Негізді дайындаудың қолданыстағы әдістерін жетілдіру қажет.

Бұл мақалада тығыздалған топырақ жастықшасының құрылғысымен бірге шөгетін топырақтың қалыңдығын суландыру әдісін қолдану тәжірибесі қарастырылады. Шөгетін топырақтарды сулау және нығыздау бойынша жұмыстар үш картада рет-ретімен жүргізіледі. Білгалдау тереңдігі 2...3 м, ені 2,0 м траншеялар арқылы жүзеге асырылады. траншеялардың барлық топырағы жүк салу үшін карталардың ішіне жиналады, нәтижесінде топыраққа қосымша қысым 10...30 кПа құрайды. Келесі кезеңде жергілікті қазанишұңқырлар белгілі бір тор бойынша ғимараттардың астына тығыздалады, олар қабатты тығыздағышы бар жергілікті топырақпен толтырылады. Шұңқырлардың айналасындағы тығыздалған аймақтар қабаттасады, нәтижесінде бірыңғай тығыздалған массивті құрайтын тығыздалған топырақ жастықшасы жасалады. Осылайша, топырақтың шөгу қасиеттерін жоюға қол жеткізіледі.

**Түйін сөздер:** шөгетін топырақ, топырақты сулау, таптау, топырақ жастығы, тығыздалған аймақ.

**Ү.В. Kunanbayeva\***

M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

**Information about the author:**

Kunanbayeva Yayrakhan Bekaydarovna - Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<https://orcid.org/000-0001-9465-6980> , email: [aira.kunaeva@mail.ru](mailto:aira.kunaeva@mail.ru)

**Annotation.** *Ensuring the reliability and durability of buildings and structures built on subsident soils is one of the important tasks. Subsidence of the soil can lead to a violation of the strength of buildings and structures and the impossibility of their further operation. It is necessary to improve the existing methods of preparing the foundation.*

*This article discusses the experience of using the method of soaking the thickness of subsident soils in combination with the device of a rammed soil cushion. Works on compaction of subsident soils by soaking and tamping are carried out sequentially on three maps. Soaking is carried out through trenches with a depth of 2...3 m, a width of 2.0 m. All the soil from the trenches is stored inside the maps to create a load, as a result of which an additional pressure on the soil is created, equal to 10...30 kPa. At the next stage, local pits are rammed under the buildings according to a given grid, which are filled with local soil with layer-by-layer compaction. Compacted areas around the pits overlap, and as a result, a rammed soil cushion is created, which makes up a single compacted array. Thus, the elimination of subsidence properties of the soil is achieved.*

**Keywords:** *subsidence soil, soaking soil, tamping, soil cushion, compacted zone.*