

*ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
БОКОВОГО ГРУНТОНОСА НА КАЧЕСТВО ОТБОРА МОНОЛИТОВ
ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ИЗ СТЕНОК ДУДОК*

В.В. ДЕНИСЕНКО

*Кубанский государственный технологический университет,
кандидат технических наук, доцент кафедры Кадастра и геоинженерии,
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2в. e-mail: devivi@yandex.ru*

Показана значимость механизированного отбора монолитов просадочных грунтов с сохранением их природного сложения в монолитах. Описаны методика и разработанные стенды для проведения экспериментов с троссо-блочным и зубчато-винтовым вдавливающими механизмами. Установлено влияние на качество отбора монолитов боковым грунтоносом из стенок дудок: формы грунтоприёмной гильзы, неравномерности скорости ее вдавливания и наружного выступа на башмаке грунтоприёмной гильзы. Сформулированы выводы по проведенным экспериментам и требования к конструктивным элементам бокового грунтоноса, обеспечивающие сохранность природного сложения просадочных грунтов в монолитах.

Ключевые слова: просадочный грунт, монолит грунта, природное сложение, горная выработка, отбор монолитов, дудка, боковой грунтонос.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения монолитов большого объема просадочных грунтов (200x200x200 мм) и сохранения природного сложения грунтов в монолитах их отбор производят вручную из стенок горных выработок (котлованов, шурфов, дудок и т.п.) [1–3], но это трудоемкий процесс, требующий значительных материальных и физических затрат, а также мастерства рабочего. При этом рабочий должен находиться в выработке, которая для его безопасности должна оборудоваться специальной крепью стенок, спуско-подъемным приспособлением и принудительной вентиляцией. Кроме того отбор монолитов из горных выработок связан с большим объемом проходческих работ, значительная часть которых выполняется вручную.

Для исключения проходки горных выработок вручную используют дудки, проходку которых производят механизировано шурфобуром с помощью буровых установок. При этом проходят дудки диаметром до 900 мм и глубиной до 20 м и более. Однако отбор монолитов из дудок вручную неудобен из-за ограниченности места для рабочего. Для механизации отбора монолитов <http://ntk.kubstu.ru/file/60>

наибольшее распространение (до 95 %) получили вдавливаемые грунтоносы [4].

Таким образом, для уменьшения трудозатрат, упрощения и ускорения отбора монолитов большого объема просадочных грунтов их отбор должен производиться из стенок дудок с помощью вдавливаемых боковых грунтоносов, обеспечивающих сохранность природного сложения грунтов в монолитах.

Ранее предпринимались попытки создания боковых грунтоносов для отбора монолитов просадочных грунтов из стенок дудок [5, 6]. Эти грунтоносы не нашли распространения, так как отбираемые с их помощью монолиты получают раздробленные сквозными трещинами на отдельные диски. При создании этих грунтоносов не были изучены и учтены конструктивные элементы, влияющие на сохранность монолитов.

Учитывая то, что просадочные грунты занимают значительную часть территории России и в возрастающих масштабах используются в качестве оснований сооружений [7], исследование влияния конструктивных элементов боковых грунтоносов на качество отбора монолитов из стенок дудок является актуальным.

1. ПОДГОТОВКА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для исследования влияния конструктивных элементов бокового грунтоноса на сохранность грунта в монолитах, отбираемых из стенок дудок, автором разработано два экспериментальных стенда [8, 9] для отбора монолитов методом вдавливания из стенок дудок диаметром 800 мм:

- с тросо-блочным вдавливающим механизмом (далее – стенд ТБ) (рис. 1);
- с зубчато-винтовым вдавливающим механизмом (далее – стенд ЗВ) (рис. 2).

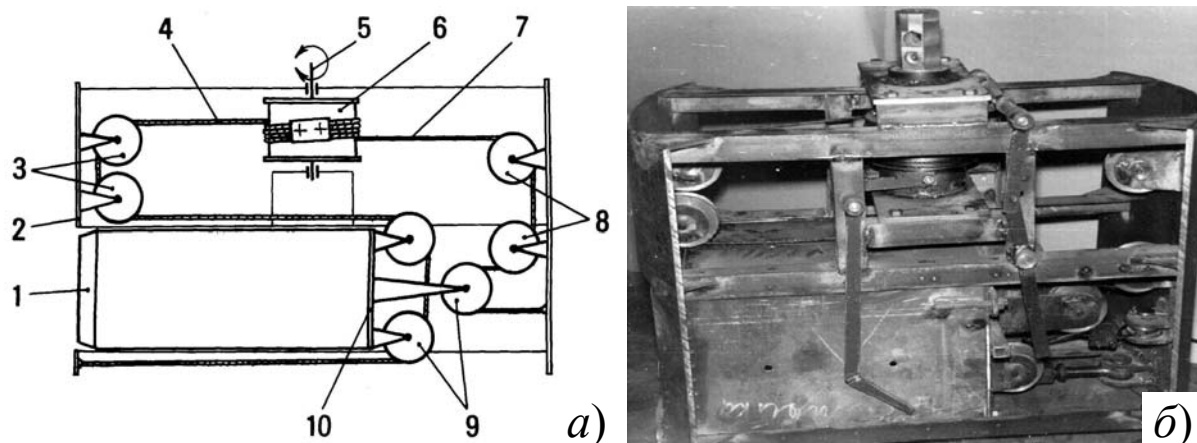


Рис. 1. Экспериментальный стенд ТБ с тросо-блочным вдавливающим механизмом:
а) – кинематическая схема; б) – внешний вид

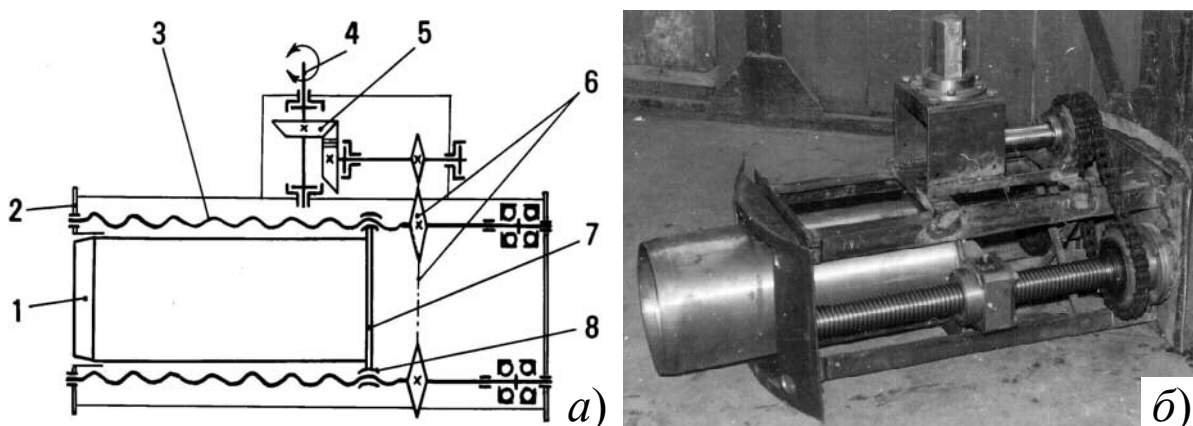


Рис. 2. Экспериментальный стенд ЗВ с зубчато-винтовым вдавливающим механизмом:
а) – кинематическая схема; б) – внешний вид

Каждый из стендов выполнен в виде сварного корпуса 2 (рис. 1, а и 2, а) параллелепипедной формы с отогнутыми по радиусу дужки боковыми опорными плитами, в котором размещён вдавливающий механизм и грунтоприёмная гильза I.

Тросо-блочный вдавливающий механизм стенда ТБ состоит из приводного вала 5 (рис. 1, а), неподвижных блоков 3 и 8, закреплённых на корпусе 2, подвижных блоков 9, закреплённых на траверсе 10, выдвигающего 4 и втягивающего 7 тросов, закреплённых на барабане 6.

Зубчато-винтовой вдавливающий механизм стенда ЗВ состоит из приводного вала 4 (рис. 2, а), зубчатой 5, цепной 6 и винтовой 3 и 8 передач, соединяющих приводной вал с траверсой 7.

В обоих стендах предусмотрено использование грунтоприёмных гильз длиной до 550 мм с квадратной и круглой формой в поперечном сечении.

Принцип действия обоих стендов аналогичен и заключается в том, что в зависимости от направления вращения приводного вала, сообщаемого от внешнего привода (от вращателя буровой установки), грунтоприёмная гильза выдвигается из корпуса стенда или задвигается в корпус стенда.

При выдвигении грунтоприёмная гильза вдавливаясь в стенку дудки, а ее башмак вырезает из стенки дудки монолит, который входит в полость гильзы. При задвигании грунтоприёмная гильза вместе с монолитом вводится в корпус стенда.

Методика исследований заключалась в следующем.

На ранее изученных площадках Краснодарского края проходились с помощью буровой установки УГБ-50М дудки различной глубины, из которых стендами ТБ и ЗВ отбирались монолиты при различных конструктивных параметрах грунтоприёмной гильзы и режимах ее вдавливания.

Отбор монолитов производился из твёрдых и полутвёрдых суглинков с природной влажностью $W = 16-18 \%$ и плотностью $\rho = 1,70-1,75 \text{ т/м}^3$, удельным сцеплением $C = 20-25 \text{ кПа}$ и углом внутреннего трения $\varphi = 15-17^\circ$, чувствительных к незначительным внешним воздействиям, под действием которых могут образовываться на отбираемых монолитах трещины.

Оценка качества отбора монолитов производилась внешним осмотром их поверхности по степени повреждения поперечными трещинами, заметными невооруженным глазом.

Трещины на монолитах в зависимости от длины были условно разбиты на следующие группы:

- до 20 мм – небольшие;
- 20-50 мм – средние;
- > 50 мм (но не сквозные) – большие;
- сквозные, раскалывающие монолит на отдельные части.

2. ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ГРУНТОПРИЁМНОЙ ГИЛЬЗЫ

В соответствии с нормативными документами [1–3] из горных выработок рекомендуется отбирать монолиты кубической формы размерами 200х200х200 мм.

В связи с этим исследования по оценке сохранности отбираемых монолитов проведены с грунтоприёмными гильзами, имеющими в поперечном сечении:

- квадратную форму с размером входного отверстия 205х205 мм;
- круглую форму с диаметром входного отверстия 205 мм.

Обе грунтоприёмные гильзы имели одинаковую конструкцию башмака с одинаковой толщиной стенки и формой заточки (рис. 3).

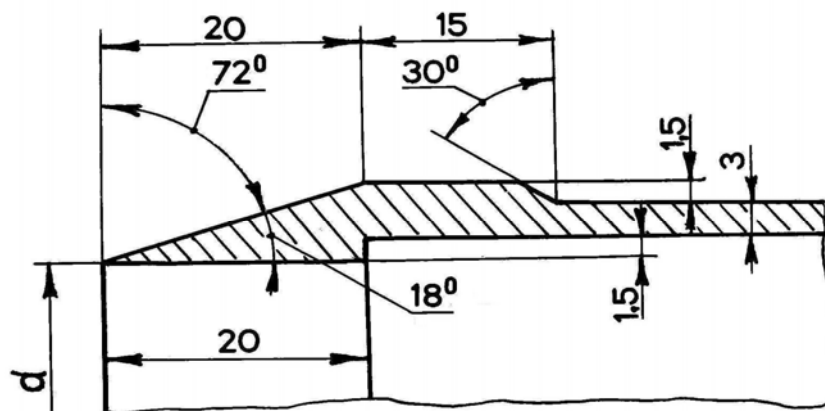


Рис. 3. Конструкция башмака грунтоприёмных гильз с входным отверстием: квадратной формы – 205х205 мм и круглой – 205 мм

Вдавливание грунтоприёмных гильз осуществлялось стендом ЗВ непрерывно с постоянной скоростью $V = 0,25$ м/мин.

Каждой грунтоприёмной гильзой было отобрано по 5 монолитов.

Все монолиты, отобранные грунтоприёмной гильзой с квадратным сечением, извлекались из неё с затруднением с приложением значительных выдавливающих усилий. Рёбра монолитов после извлечения из грунтоприёмной гильзы осыпались. На их поверхности просматривались средние и большие трещины, переходящие на плоские грани монолитов.

Монолиты, отобранные грунтоприёмной гильзой с круглым сечением

извлекались из неё без затруднения путём переворачивания и съёма грунтоприёмной гильзы с монолита. Визуальных повреждений поверхности монолитов не наблюдалось. Все монолиты имели правильную цилиндрическую форму.

Из эксперимента по п. 2 следует, что круглая форма грунтоприёмной гильзы в поперечном сечении способствует сохранности отбираемых монолитов, удобна в изготовлении и эксплуатации.

Учитывая сложность изготовления и эксплуатационные неудобства грунтоприёмной гильзы с квадратным сечением, а также вызываемые её формой повреждения монолитов, доводка конструкции грунтоприёмной гильзы с квадратным сечением была признана нецелесообразной и дальнейшие исследования проводились с грунтоприёмной гильзой, имеющей в поперечном сечении круглую форму.

3. ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ СКОРОСТИ ВДАВЛИВАНИЯ ГРУНТОПРИЁМНОЙ ГИЛЬЗЫ

Влияние неравномерности скорости вдавливания грунтоприёмной гильзы на сохранность отбираемых монолитов исследовалось при следующих режимах вдавливания грунтоприёмной гильзы:

- непрерывно с постоянной скоростью $V = 0,25$ м/мин;
- непрерывно с переменной скоростью V от 0,1 до 0,5 м/мин;
- с остановками через 5-8 см погружения и плавным страгиванием после остановок;
- с остановками через 5-8 см погружения и страгиванием рывками после остановок.

Исследования проводились с грунтоприёмной гильзой, имеющей в поперечном сечении круглую форму, размер входного отверстия 205 мм и конструкцию башмака, приведённую на рис. 4.

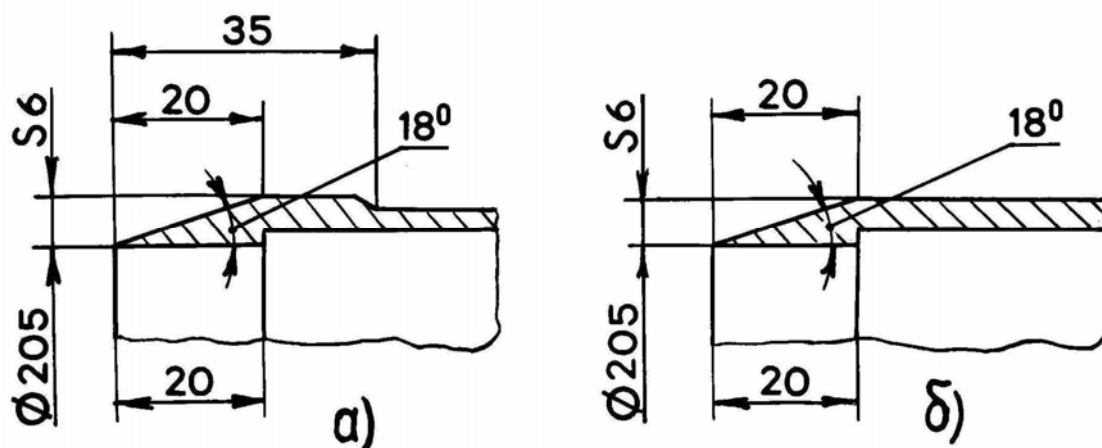


Рис. 4. Грунтоприёмная гильза с одинаковой толщиной стенки:
 а) – с наружным выступом; б) – без наружного выступа

Вдавливание грунтоприёмной гильзы осуществлялось на одних и тех же глубинах стендами ТБ и ЗВ.

При вдавливании грунтоприёмной гильзы стендом ТБ буровая установка УГБ-50М работала на пределе своей мощности. Грунтоприёмная гильза вдавливалась с самоостановками и скачками, в моменты самоостановок грунтоприёмной гильзы наблюдалось значительное растяжение троса задавливающего механизма устройства.

Постоянную скорость вдавливания грунтоприёмной гильзы и плавное её страгивание после запланированных остановок стендом ТБ обеспечить не удалось.

Все монолиты, отобранные стендом ТБ при самоостановках и скачках грунтоприёмной гильзы, имели на поверхности трещины различных размеров, а монолиты, отобранные с рывками при страгивании грунтоприёмной гильзы после запланированных остановок имели сквозные трещины, разделяющие их на отдельные части, число которых соответствовало числу рывков (табл. 1).

Таблица 1. Влияние неравномерности скорости вдавливания грунтоприёмной гильзы

Режимы вдавливания грунтоприёмной гильзы	Монолиты, отобранные стендом			
	ТБ		ЗВ	
	количество, шт.	наличие и характеристика трещин	количество, шт.	наличие и характеристика трещин

Непрерывно с постоянной скоростью $V = 0,25$ м/мин	–	–	5	Нет
Непрерывно с переменной скоростью V от 0,1 до 0,5 м/мин	5	Небольшие	5	Нет
С остановками через 5-8 см и плавным страгиванием после остановок	–	–	5	Небольшие
С остановками через 5-8 см и страгиванием рывками после остановок	5	Большие и сквозные	5	Средние и большие
<p>Примечания:</p> <p>1. Вдавливание грунтоприёмных гильзы стендами ТБ и ЗВ осуществлялось с сохранением первоначального положения оси вдавливания;</p> <p>2. Классификация трещин приведена в п. 1 настоящей статьи.</p>				

При вдавливании грунтоприёмной гильзы стендом ЗВ в работе буровой установки нагрузка не ощущалась. Грунтоприёмная гильза плавно и непрерывно вдавливалась в грунт с заданной скоростью без скачков. Скорость вдавливания грунтоприёмной гильзы регулировалась без затруднений как во время вдавливания, так и после запланированных остановок.

Монолиты, отобранные стендом ЗВ при непрерывном вдавливании грунтоприёмной гильзы с постоянной и переменной скоростью, повреждений не имели. На монолитах, отобранных с запланированными остановками грунтоприёмной гильзы и плавным ее страгиванием после остановок, в местах, соответствующих остановкам, наблюдались небольшие трещины.

На монолитах, отобранных с рывками после запланированных остановок грунтоприёмной гильзы, наблюдались средние и большие трещины (табл. 1).

Из эксперимента по п. 3 следует, что:

1. Вдавливание грунтоприёмной гильзы должно осуществляться непрерывно (без остановок) на всю длину за один прием с постоянной скоростью;

2. Для обеспечения непрерывного вдавливания грунтоприёмной гильзы с постоянной скоростью наиболее подходящим является зубчато-винтовой вдавливающий механизм, у которого:

- силовая траверса грунтоприёмной гильзы имеет жесткую

кинематическую связь с ходовыми винтами, исключаящую влияние сопротивления грунта, изменяющегося из-за его неоднородности, и обеспечивающую постоянную скорость вдавливания гильзы;

- при незначительном потреблении мощности внешнего привода обеспечивается создание больших вдавливающих усилий, значительно превышающих сопротивление грунта.

В связи с этим дальнейшие исследования производились с экспериментальным стендом ЗВ.

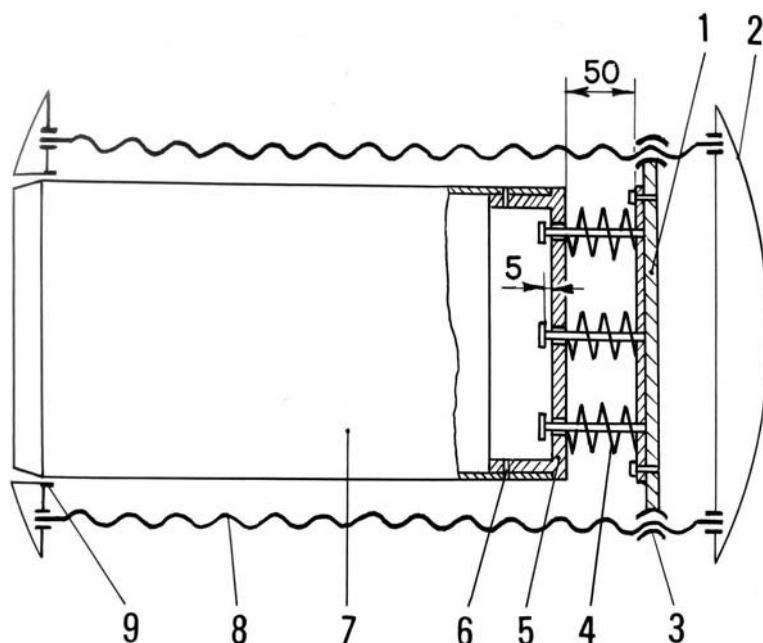
4. ВЛИЯНИЯ НАРУЖНОГО ВЫСТУПА НА ГРУНТОПРИЁМНОЙ ГИЛЬЗЕ

Исследование влияния наружного выступа на сохранность отбираемых монолитов проводилось на цилиндрических грунтоприёмных гильзах с суженным входным отверстием и различной наружной поверхностью:

- с наружным выступом (рис. 4, *а*);
- без наружного выступа (рис. 4, *б*).

Обе грунтоприёмные гильзы имели одинаковую конструкцию и толщину стенки башмака $S = 6,0$ мм.

Вдавливание грунтоприёмной гильзы осуществлялось стендом ЗВ. Грунтоприёмные гильзы крепились на силовой траверсе I стенда через пружины сжатия 4 (рис. 5), обеспечивающие грунтоприёмной гильзе одну степень свободы по оси вдавливания относительно силовой траверсы I и предназначенные для оценки влияния неоднородности грунта на равномерность вдавливания грунтоприёмной гильзы и сохранность отбираемых монолитов. Жесткость пружин подбиралась так, чтобы при незначительном их сжатии (5–10 мм) сил упругости пружин хватало на преодоление сил сопротивления грунта, возникающих при вдавливании грунтоприёмной гильзы на глубину 35 мм (высота башмака).



1 – силовая траверса; 2 – корпус; 3 и 8 – ходовая гайка и винт;
4 – пружина сжатия; 5 – ступица; 6 – байонетное соединени
7 – грунтоприёмная гильза; 9 – направляющая

Рис. 5. Схема крепления грунтоприёмной гильзы на силовой траверсе стенда 3В через пружины сжатия

Вдавливание грунтоприёмных гильз осуществлялось с постоянной равномерной скоростью $V = 0,25$ м/мин.

При вдавливании грунтоприёмных гильз осуществлялось наблюдение за изменением расстояния между силовой траверсой и торцом грунтоприёмной гильзы.

Каждой грунтоприёмной гильзой было отобрано по 5 монолитов.

При отборе монолитов грунтоприёмной гильзой без наружного выступа её вдавливание происходило с частыми остановками, при которых дальнейшее вдавливание происходило скачками после некоторого увеличения сжатия пружин. С увеличением глубины вдавливания грунтоприёмной гильзы после половины её длины пружины сжимались полностью и при дальнейшем её вдавливании пружины не разжимались. Поддержание равномерной скорости вдавливания осуществлялось постоянным увеличением вдавливающего усилия при постоянном увеличении расхода мощности вращателя буровой установки.

Монолиты, отобранные этой грунтоприёмной гильзой на всей поверхности имели средние и большие трещины, основная часть которых располагалась на первой половине монолитов. Такая конструкция трещин объясняется тем, что вдавливание первой половины гильзы происходило скачкообразно с остановками, а второй – без скачков, но неравномерно.

При отборе монолитов грунтоприёмной гильзой с наружным выступом погружение грунтоприёмной гильзы происходило без заметных остановок с незначительным колебанием расстояния между силовой траверсой и торцом грунтоприёмной гильзы. Грунтоприёмная гильза погружалась на всю длину при практически постоянном первоначальном сжатии пружин и постоянном расходе мощности внешнего привода.

Монолиты, отобранные этой грунтоприёмной гильзой, имели небольшие, плохо различимые и равномерно расположенные на всей поверхности трещины, появление которых объясняется незначительными скачками грунтоприёмной гильзы, вызванными неравномерным сопротивлением грунта из-за неоднородности.

Из эксперимента по п. 4 следует, что:

1. При неравномерном вдавливании грунтоприёмной гильзы со скачками на отбираемых монолитах образуются трещины, величина которых зависит от интенсивности скачков грунтоприёмной гильзы;

2. Наружный выступ на грунтоприёмной гильзе обеспечивает сохранение величины вдавливающего усилия и расхода мощности привода независимо от глубины вдавливания грунтоприёмной гильзы, непрерывность и равномерность скорости вдавливания, способствует повышению сохранности отбираемых монолитов и увеличению их длины;

3. Нежесткая связь грунтоприёмной гильзы с силовой траверсой или силовой траверсы с вдавливающим механизмом создаёт грунтоприёмной гильзе степень свободы по оси её вдавливания, которая приводит к скачкообразности вдавливания грунтоприёмной гильзы и повреждению отбираемых монолитов;

4. При вдавливании грунтоприёмной гильзы с наружным выступом

неоднородность грунта несущественно влияет на равномерность вдавливания грунтоприёмной гильзы и не сказывается на сохранность отбираемых монолитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83) / НИИОСП им. Герсеванова. М., Стройиздат, 1985. 415 с.

2. СНиП 1.02.07–87. Инженерные изыскания для строительства / Госстрой СССР, ГУГК СССР. М., ЦИТП Госстроя СССР, 1988. 104 с.

3. Рекомендации по отбору, упаковке, транспортированию и хранению образцов грунтов при инженерно-геологических изысканиях для строительства. М., Изд-во литературы по строительству, 1970. 24 с.

4. **Малышев М.В., Амарян Л.С., Васильев А.В.** Методика и техника отбора образцов связных грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1982, № 2. С.29–30.

5. **Никифорова Г.М.** Приспособление для отбора монолита грунта из дудок (монолитотборник) // Инженерно-строительные изыскания. М., Стройиздат, 1977, № 1(45). С.69–72.

6. **Швецов В.М., Зеленцов О.В., Виноградов А.Г.** и др. Дистанционный способ отбора монолитов грунтов из скважин большого диаметра при производстве инженерных изысканий // Инженерные изыскания в строительстве. Техника и технология инженерных изысканий / Реф. информация ЦНИИСа, серия XV. М., 1978, вып. 7(72). С.26–31.

7. **Сергеев Е.М.** Инженерная геология. М., Изд-во МГУ, 1982. 248 с.

8. Авт. св. СССР № 991038 Е 21 В 49/06. Боковой грунтонос / **Денисенко В.В., Байков О.Н., Иванков Е.А.** и др. // Открытия. Изобретения. 1983, № 3.

9. Авт. св. СССР № 985737 G 01 N 1/04, Е 21 В 49/06. Боковой грунтонос / **Денисенко В.В., Байков О.Н.** // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. 1982, № 48.

REFERENCES

1. Manual of engineering foundations of buildings and structures (to snip 2.02.01-83) / NIIOSP them. Gersevanov. Moscow, Stroiizdat 1985. 415 p.
2. SNIP 1.02.07–87 Engineering survey for construction / USSR State, GUGK USSR. Moscow, USSR State TSITP, 1988. 104 p.
3. Recommendations for selection, packaging, transport and storage of samples of soils in geotechnical investigations for construction. Moscow, Publishing House of the literature on construction, 1970. 24 p.
4. **Malyshev M.V., Amaryan L.S., Vasiliev A.V.** Methods and techniques for sampling cohesive soils // Foundations, foundations and soil mechanics. 1982, № 2. P.29–30.
5. **Nikiforov G.M.** Device for the selection of the soil monolith Chimes (monolitoobornik) // Engineering and construction surveying. Moscow, Stroiizdat 1977, № 1 (45). P.69–72.
6. **Shvetsov V.M., Zelencov O.V., Vinogradov A.G.** And other remote method of selecting soil monoliths of large-diameter wells in production engineering research // Surveying in construction. Engineering and technology engineering research / Ref. Information ZNIIS Series XV. Moscow, 1978, Vol. 7 (72). C.26–31.
7. **Sergeev E.M.** Engineering geology. Moscow, Moscow State University, 1982. 248 p.
8. Aut. sv. USSR № 991038 E 21 B 49/06. Sidewall sampler / **Denisenko V.V., Bajkov O.N., Ivankov E.A.** // Discoveries. Invention. 1983, № 3.
9. Aut. sv. USSR № 985737 G 01 N 1/04, E 21 B 49/06. Sidewall sampler / **Denisenko V.V., Bajkov O.N.** // Opening. Invention. Industrial designs. Trademarks. 1982, № 48.

*STUDY OF DESIGN ELEMENTS SIDEWALL SAMPLER
QUALITY SELECTION MONOLITH SOIL SUBSIDENCE
OF THE WALLS OF THE PIPES*

V.V. DENISENKO

*Kuban State Technological University,
2v, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: devivi@yandex.ru*

The importance of mechanized selection monolith subsiding soils preserving their natural addition to the monoliths. The method and stands designed for experiments with wire ropes and block-toothed screw pressed mechanisms. The effect on the quality of Obora monoliths sidewall sampler of the walls of the pipes: forms gruntopriemnoy sleeve uneven speed of its indentations and protrusions on the outer sleeve gruntopriemnoy shoe. Formulated conclusions on the experiments conducted and the requirements for structural elements side corer, ensuring the safety of natural addition subsiding soils in monoliths.

Key words: soil subsidence, ground stone, natural addition, excavation, selection monoliths, pipe, sidewall sampler