

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГРУНТОПРИЁМНОЙ ГИЛЬЗЫ
БОКОВОГО ГРУНТОНОСА ДЛЯ ОТБОРА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ИЗ
СТЕНОК ДУДОК*

В.В. ДЕНИСЕНКО

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: devivi@yandex.ru*

Приведен анализ зон нарушения грунта при вдавливании грунтоприёмной гильзы в грунтовый массив и технические решения по совершенствованию конструкции грунтоприёмной гильзы для повышения степени сохранности природного сложения просадочных грунтов в отбираемых монолитах. Описана разработанная автором конструкция грунтоприёмной гильзы бокового грунтоноса для отбора просадочных грунтов из стенок дудок с двухступенчатой конусной наружной поверхности башмака и приведены результаты ее опытных испытаний в сравнении с эталонным отбором монолитов грунтов вручную. Установлено, что грунтоприёмная гильза с двухступенчатой конусной наружной поверхностью башмака практически не нарушает природное сложение просадочных грунтов в отбираемых монолитах, т.к. обеспечивает коэффициенты корреляции по плотности скелета грунтов – 0,954 и по относительной просадочности грунтов – 0,876.

Ключевые слова: грунтоприёмная гильза, наружная конусная поверхность башмака, боковой грунтонос, дудка, отбор монолитов, просадочный грунт, природное сложение.

Опытными и промышленными испытаниями бокового грунтоноса для механизированного отбора монолитов просадочных грунтов из стенок дудок [1-5], проведенными на производственных объектах инженерно-строительных изысканий Краснодарского края в сравнении с эталонным отбором монолитов вручную установлено, что боковой грунтонос обеспечивает высокую степень сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах.

Высокая степень сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах подтверждена высокими коэффициентами корреляции: $r_{pd} = 0,864$ – по плотности скелета грунтов и $r_{ESL} = 0,746$ – по относительной просадочности грунтов [2].

Коэффициент корреляции по плотности скелета грунтов равный $r_{pd} = 0,864$ говорит о том, что между свойствами грунтов в монолитах, отобранных боковым грунтоносом и вручную, имеется тесная связь, близкая к очень тесной

[6]. Коэффициент корреляции по относительной просадочности грунтов составил $r_{\text{ESL}} = 0,746$ [2] и говорит о том, что по относительной просадочности грунтов выявлена также корреляционная связь, но менее тесная [6].

Менее тесная корреляционная связь по относительной просадочности грунтов в монолитах, отобранных боковым грунтоносом и вручную, объясняется с одной стороны тем, что показатели просадочности, как известно, могут колебаться весьма значительно даже по отдельным пробам, отобранным из одного и того же монолита [7], а с другой стороны она говорит о том, что в конструкции бокового грунтоноса ещё имеются резервы повышения степени сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах.

Анализ образования и распространения зон нарушения грунта в массиве при вдавливании грунтоприёмной гильзы показывает, что при вдавливании грунтоприёмной гильзы в грунт под её башмаком образуется область напряжённого состояния, в которой возникают деформации уплотнения грунта [8]. Одновременно развиваются касательные напряжения и появляются деформации сдвига. При дальнейшем вдавливании гильзы наблюдается взаимодействие зон уплотнения и сдвигов, которые опускаются ниже главной режущей кромки башмака и развиваются настолько, что оказывают влияние на сохранность сложения грунта в отбираемых монолитах.

Схема развития областей нарушения грунта при вдавливании грунтоприёмной гильзы (рис. 1) представляет собой сетку линий скольжения частиц грунта до монолита, начиная с которого выпирание грунта на поверхность прекращается и размеры областей сдвигов стабилизируются [8].

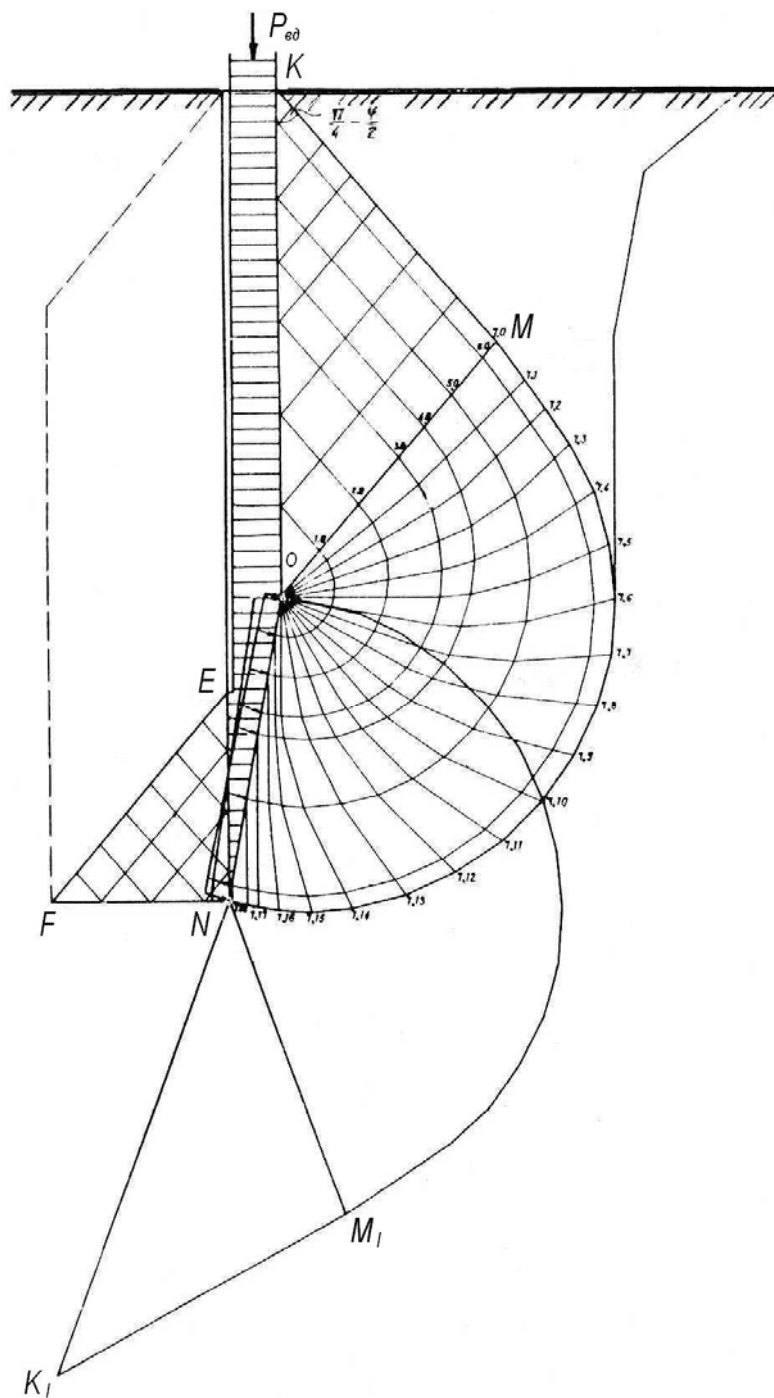


Рис. 1. Схема развития областей нарушения грунта при вдавливании грунтоприёмной гильзы по А.В. Васильеву

С этого момента дальнейшее вдавливание грунтоприёмной гильзы сопровождается поворотом зон Ренкина (призмы ОКМ и NK_1M_1) относительно точек О и N и развитием призмы NK_1M_1 . Призма NK_1M_1 опускается значительно ниже режущей кромки башмака грунтоприёмной гильзы и внедряется в область отбираемого монолита.

Одновременно с этим за счет трения грунта о поверхность входного отверстия башмака грунтоприёмной гильзы образуется зона нарушения грунта, обозначенная призмой EFN, которая с увеличением глубины вдавливания грунтоприёмной гильзы остаётся постоянной.

Анализ схемы развития областей нарушения грунта (см. [рис. 1](#)) показывает, что уменьшение зон нарушения грунта в монолитах может быть достигнуто:

- уменьшением размеров призмы NK_1M_1 и предотвращением её выхода в зону монолита;
- уменьшением размеров призмы EFN.

Уменьшение размеров призмы NK_1M_1 может быть достигнуто уменьшением длины стороны NO.

Предотвращение выхода призмы NK_1M_1 в зону монолита может быть достигнуто перекрытием её входа в эту зону путём разделения конусной наружной поверхности NO на две ступени и отведения одной ступени от другой на соответствующее расстояние с одновременным уменьшением толщины стенки первой ступени башмака, на которой размещена режущая кромка.

Уменьшение размеров призмы EFN может быть достигнуто уменьшением высоты NE входного отверстия.

На основе обобщения возможных технических решений по совершенствованию конструкции грунтоприёмной гильзы автором разработана грунтоприёмная гильза с двухступенчатой конусной наружной поверхностью башмака ([рис. 2](#)).

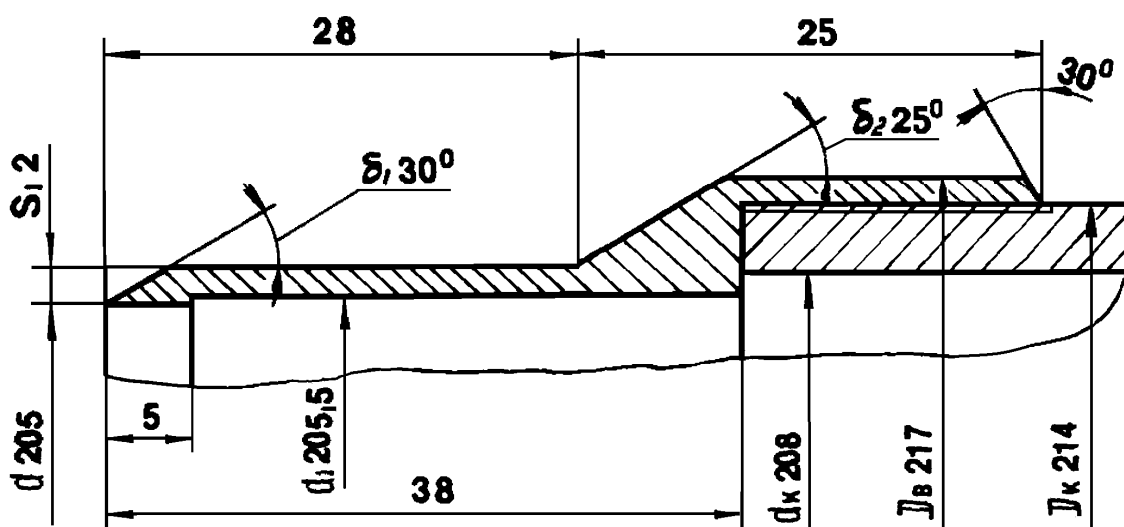


Рис. 2. Конструкция башмака грунтоприёмной гильзы с двухступенчатой конусной наружной поверхностью

Первая ступень конусной наружной поверхности башмака грунтоприёмной гильзы размещена на утонченной его части, имеющей толщину стенки $S_1 = 2$ мм, вторая – на утолщенной и отведена от первой на 25 мм. Угол заострения первой ступени $\delta_1 = 30^\circ$, второй – $\delta_2 = 25^\circ$. Входное отверстие башмака имеет диаметр $d = 205$ мм и высоту 5 мм, а затем расширяется на 0,5 мм ($d_1 = 205,5$ мм) до перехода на внутренний диаметр корпуса грунтоприёмной гильзы, который равен $d_k = 208$ мм.

Схема развития областей нарушения сложения грунта, построенная для разработанной грунтоприёмной гильзы с двухступенчатой конусной наружной поверхностью башмака и уменьшенной высотой входного отверстия (рис. 3), показывает, что зоны нарушения грунта, от первой ступени конусной наружной поверхности башмака, обозначенные призмами NK_1M_1 и EFN , имеют уменьшенные размеры, а влияние наиболее большой зоны нарушения грунта от второй ступени наружной конусной поверхности башмака, обозначенной призмой $NK_1^I M_1^I$, на сохранность природного сложения грунта в отбираемых монолитах грунтов полностью предотвращается и, следовательно, повышается сохранность природного сложения грунта в отбираемых монолитах.

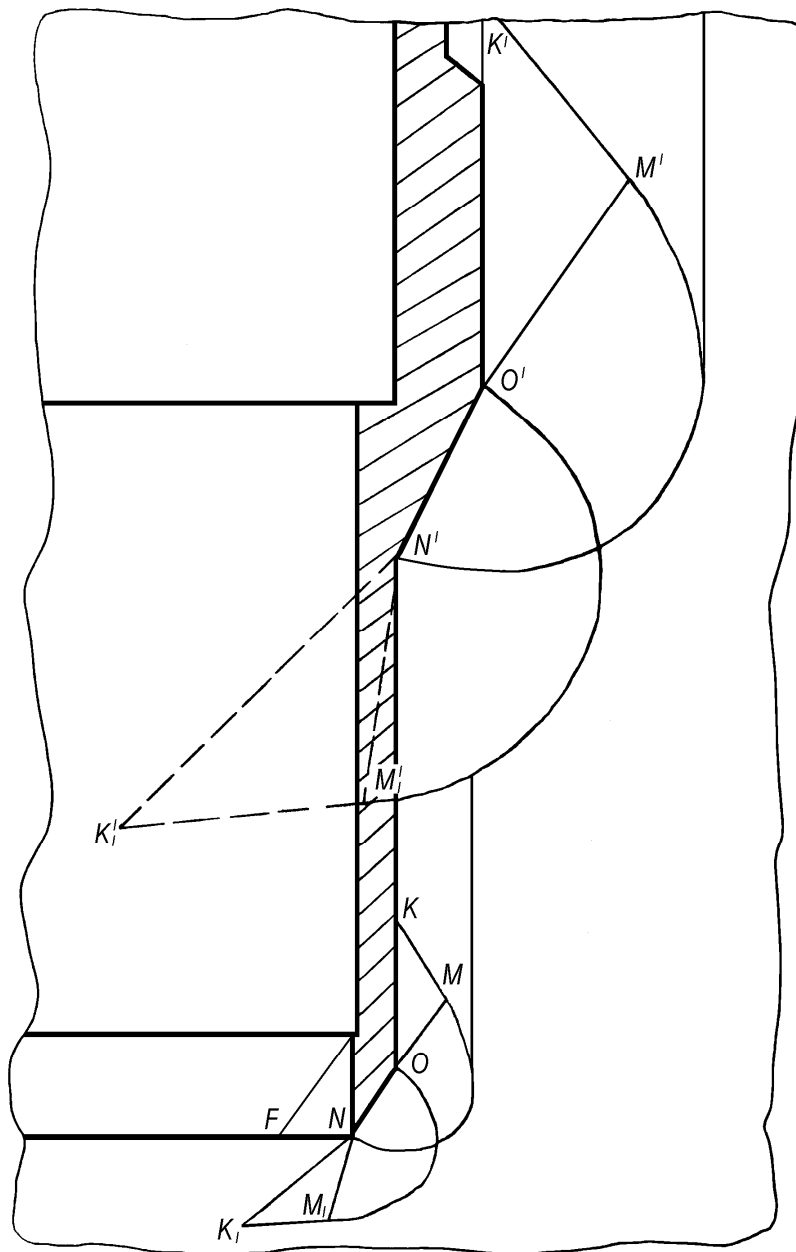


Рис. 3. Схема развития областей нарушения грунта при вдавливании грунтоприёмной гильзы с двухступенчатой конусной наружной поверхностью башмака

Исследование качества отбора монолитов просадочных грунтов боковым грунтоносом с двухступенчатой конусной наружной поверхностью башмака грунтоприёмной гильзы проводились на опорных участках № 3 и № 4 г. Усть-Лабинска рядом с дудками, из которых ранее отбирались монолиты боковым грунтоносом до изменения конструкции грунтоприёмной гильзы и вручную [2].

Были пройдены две дудки глубиной по 10 м, из которых с одних и тех же глубин отобрано боковым грунтоносом и вручную 19 пар монолитов.

Сразу же после отбора все монолиты подвергались тщательному осмотру с целью выявления внешних дефектов (задилов грунта, наличия трещин, разрывов, уплотнённых зон и т.п.), возникших при отборе. Такой же осмотр монолитов производился после транспортировки их в лабораторию для определения физико-механических свойств грунтов.

В лаборатории по каждому монолиту определялись физико-механические свойства грунтов общепринятыми стандартными методами.

Монолиты, отобранные с одной и той же глубины боковым грунтоносом и вручную, обрабатывались одним и тем же работником.

Оценка качества отбора монолитов грунтов, отобранных боковым грунтоносом, производилась путём сравнения их физико-механических свойств с монолитами, отобранными вручную.

За основные показатели оценки качества отбора монолитов были приняты нормативные значения относительной просадочности ε_{SL}^H и плотности скелета ρ_d^H , которые для просадочных грунтов являются наиболее объективными показателями сохранения природного сложения, не зависящими от влажности, существенно влияющей на просадочность.

Нормативная плотность грунта ρ^H выводилась для каждого монолита по серии определений плотности грунта ρ [9], произведённых в точках, равномерно расположенных вдоль оси и краёв в каждом из трёх слоев (верхнем, среднем и нижнем) монолита [2]. В каждом слое по монолитам, отобранным боковым грунтоносом, производилось 6-10 определений плотности грунта, а по монолитам, отобранным вручную – 3-6.

Нормативная плотность скелета ρ_d^H для каждого монолита выводилась по четырём определениям плотности грунта ρ и природной влажности W из точек, равномерно расположенных по монолиту [2].

Плотность грунта ρ , природная влажность W и плотность скелета ρ_d определялись по ГОСТ 5180 [10]. Плотность грунта ρ определялась методом "режущего кольца", природная влажность W – методом высушивания, плотность скелета ρ_d – расчётным путём по формуле

$$p_d = p / (1 + 0,01W).$$

Нормативная относительная просадочность ε_{SL}^H выводилась для каждого монолита по трём определениям относительной просадочности ε_{SL} , произведённым в каждом из трёх слоев [2].

Относительная просадочность ε_{SL} определялась по ГОСТ 23161 [11] по схеме "двух кривых" при давлении (конечном) 0,3 МПа.

При внешнем осмотре монолитов сразу после отбора и после транспортировки в лабораторию на всех монолитах повреждений не обнаружено. На поверхности монолитов хорошо просматривалась структура грунта – макропористость, червеходы, кротовины и т.п.

При определении корреляционной связи между оценочными показателями качества отбора монолитов боковым грунтоносом и вручную использованы результаты лабораторных определений по всем 19 парам монолитов без отбраковки.

При этом коэффициент корреляции по плотности скелета грунтов составил $r_{\rho d} = 0,954$ (табл. 1), что соответствует очень тесной связи, близкой к функциональной между монолитами, отобранными боковым грунтоносом и вручную [6]. Коэффициент корреляции по относительной просадочности грунтов составил $r_{\varepsilon_{SL}} = 0,876$. Он говорит о том, что применение в боковом грунтоносе грунтоприёмной гильзы с двухступенчатой конусной наружной конусной поверхностью башмака позволило существенно повысить коэффициент корреляции и достичь по относительной просадочности грунтов в монолитах, отобранных боковым грунтоносом и вручную тесной корреляционной связи, близкой к очень тесной [6].

Таблица 1. Корреляционная связь между оценочными показателями качества отбора монолитов боковым грунтоносом и вручную

Оценочный показатель	Количество монолитов	Среднеквадратическое отклонение		Коэффициенты		
		x	y	корреляции	Т-Стьюдента	F-Фишера
Плотность скелета грунта	19	0,064	0,066	0,954	13,08	1,099
Относительная просадочность при 0,3 МПа	19	0,023	0,022	0,876	7,50	1,302
Примечания: x – показатели монолитов, отобранных вручную; y – показатели монолитов, отобранных боковым грунтоносом						

Полученные коэффициенты корреляции говорят о том, что боковой грунтонос с грунтоприёмной гильзой, имеющей двухступенчатую конусную наружную поверхность башмака, практически не нарушает природного сложения просадочных грунтов в отбираемых монолитах.

Кроме того выполнение второй ступени конусной наружной поверхности башмака на утолщенной части грунтоприёмной гильзы позволяет изготавливать башмак съёмным (см. рис.2) и т.о. облегчает его ремонт или замену башмака и увеличивает срок службы грунтоприёмной гильзы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Денисенко В.В.** О боковом грунтоносе для механизированного отбора монолитов просадочных грунтов из стенок дудок // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». Краснодар: КубГТУ, 2014. № 4, 20 с. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/92>.

2. **Денисенко В.В.** Исследование качества механизированного отбора монолитов просадочных грунтов боковым грунтоносом из стенок дудок // <http://ntk.kubstu.ru/file/234>

Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». Краснодар: КубГТУ, 2014. № 5, 20 с. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/222>.

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

4. Авт. св. СССР № 1118240 E 02 D 1/00, E 21 В 49/06. Боковой грунтонос / **Денисенко В.В., Байков О.Н.** // Открытия. Изобретения. 1985, № 40.

5. Авт. св. СССР № 1084250 G 01 N 1/04, E 21 В 49/06. Боковой грунтонос / **Денисенко В.В., Байков О.Н.** // Открытия. Изобретения. 1984, № 13.

6. Краткое практическое руководство по обработке результатов лабораторных и полевых исследований физико-механических свойств грунтов методами математической статистики. ВНМД 05-72 / Росглавнистройпроект. М., МосЦТИСИЗ, 1972. 61 с.

7. **Абелев Ю.М., Абелев М.Ю.** Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. М., Стройиздат, 1979. 271 с.

8. **Васильев А.В.** Об изменении напряженного состояния грунта при вдавливании грунтоноса // Вопросы методики и техники отбора монолитов грунтов из буровых скважин при инженерно-геологических изысканиях / Труды ПНИИИСа, том IX. М., 1971. С. 24-41.

9. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

10. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

11. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.

REFERENCES

1. **Denisenko V.V.** About sidewall sampler selection for mechanical monoliths prasadochnykh soils from wall chimes // Electronic network polythematic journal

"Proceedings KubGTU." Krasnodar KubGTU 2014. № 4, 20 p. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/92>.

2. **Denisenko V.V.** Research quality mechanical selection monoliths soil subsidence side corer of the walls of pipes // Electronic network polythematic journal "Proceedings KubGTU." Krasnodar KubGTU 2014. № 5, 20 p. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/222>.

3. 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.

4. Aut. sv. USSR № 1118240 E 02 D 1/00, E 21 B 49/06. Sidewall sampler / **Denisenko V.V., Bajkov O.N.** // Opening. Invention. 1985, № 40.
Aut. sv. USSR № 1084250 G 01 N 1/04, E 21 B 49/06. Sidewall sampler / **Denisenko V.V., Bajkov O.N.** // Opening. Invention. 1984, № 13.

5. Quick Start Guide for the processing of the results of laboratory and field studies of physical and mechanical properties of soils by methods of mathematical statistics. VNMD 05-72 / Rosglavniistroyproekt. M., MosTsTISIZ, 1972. 61 p.

6. **Abelev J.M., Abel M.J.** Fundamentals of design and construction on subsiding macroporous soils. M., Stroyizdat, 1979. 271 p.

7. **Vasilev A.V.** On the change in the stress state of the soil corer indentation // Questions methods and techniques of sampling soil monoliths from wells with geotechnical investigations / PNIIS Proceedings, Volume IX. M., 1971, pp. 24-41.

8. GOST 20522-2012 Soils. The statistical treatment of test results.

9. GOST 5180-84 Soils. Laboratory methods for determining physical characteristics.

10. GOST 23161-2012 Soils. Laboratory methods for determining characteristics of subsidence.

*IMPROVEMENT OF GRUNTOPRIËMNOY SLEEVE SIDE FOR SELECTION
CORER SOIL SUBSIDENCE OF THE WALLS OF PIPES*

V.V. DENISENKO

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

The analysis of soil zones violations indentation gruntopriemnoy liner in ground array and technical solutions for improving the design of gruntopriemnoy liner to enhance the degree of preservation of natural addition subsiding soils sampled monoliths. Developed by the author describes the design of the liner side gruntopriemnoy corer sampling soil subsidence of the walls of pipes with two-stage tapered outer surface of the shoe and the results of its pilot tests in comparison with the reference soil monoliths selection manually. Established that gruntopriemnaya sleeve with two-stage tapered outer surface of the shoe practically does not violate natural addition subsiding soils sampled monoliths, as provides the correlation coefficients for the density of the soil skeleton - 0.954 and the relative soil subsidence - 0,876.

Key words: gruntopriemnaya sleeve, tapered outer surface of the shoe, side corer, pipe, selection monoliths, soil subsidence, natural addition.