

ВАКУУМНЫЕ ГРУНТОНОСЫ ДЛЯ ОТБОРА МОНОЛИТОВ СЛАБЫХ ГРУНТОВ

В.В. ДЕНИСЕНКО

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

Приведен анализ недостатков конструкций известных в настоящее время грунтоносов для отбора слабых грунтов, вызывающих нарушение естественной структуры грунтов в отбираемых с их помощью монолитах. Описаны конструкции разработанных автором грунтоносов ГМТ100 и ГМТТ100 для отбора слабых грунтов, лишенные недостатков известных грунтоносов. Результаты испытаний показывают, что грунтоносы ГМТ100 и ГМТТ100, позволяют гарантированно отбирать монолиты мягкопластичных и текучепластичных грунтов (грунтонос ГМТ100), мягкопластичных, текучепластичных и текучих грунтов (грунтонос ГМТТ100) из скважин выше и ниже уровня подземных вод и могут быть использованы для отбора полутвердых и тугопластичных грунтов из скважин выше и ниже уровня подземных вод, и обеспечивает высокую степень сохранности природной структуры грунтов в отбираемых монолитах при погружении грунтоносов в забой скважин, при отрыве монолитов из горного массива и подъеме на дневную поверхность, при разборке грунтоносов и извлечении из них монолитов, при упаковке и транспортировке монолитов для лабораторных испытаний, а также при отборе образцов из монолитов.

Ключевые слова: мягкопластичные, текучепластичные и текучие грунты, отбор монолитов, природное сложение, грунтоприёмная гильза.

В настоящее время строительство сооружений и дорог все больше производится на слабых грунтах. В связи с этим повышаются требования к технике и технологии отбора монолитов слабых грунтов по обеспечению с их помощью сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах.

Создано и применяется множество конструкций грунтоносов для отбора монолитов слабых грунтов [1-6]. Однако большинство из них не обеспечивают сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах, имеют различные конструкции, достоинства и недостатки, сложны в изготовлении и эксплуатации, требуют специального навыка и наличия высокой квалификации буровиков.

Анализ конструкций известных грунтоносов показывает, что нарушение природного сложения слабых грунтов в отбираемых с их помощью монолитах, происходит:

- при погружении грунтоноса в забой скважины за счет наличия утолщенной стенки врезающейся части его башмака;

- при поступлении монолита в полость грунтоноса за счет трения грунта по внутренней поверхности грунтоноса и за счет противодействия на монолит сжимающимися в полости грунтоноса воздухом, водой и разжиженным грунтом;

- при сотрясении и перекручивании грунтоноса в скважине буровыми штангами, приводимыми во вращение для перекрытия вакуумного клапана или входного отверстия грунтоноса;

- при отрыве монолита от забоя скважины и подъеме на дневную поверхность за счет выскользывания монолита и дополнительного трения по внутренней поверхности грунтоноса при ненадежной его герметизации;

- при сотрясении грунтоноса при разборке и извлечении монолита на поверхности скважины;

- при парафинировании и транспортировке монолита на лабораторные испытания за счет его сотрясения и обмятия в нежесткой упаковке, не обеспечивающей сохранность формы и размеров монолита;

- при отборе проб грунта для лабораторных испытаний за счет сотрясения и обмятия монолита в нежесткой упаковке и за счет трения грунта о стенки жесткой гильзы-контейнера при извлечении из нее монолита.

В отечественной практике для отбора монолитов слабых грунтов наибольшее распространение получили грунтоносы:

- конструкции Фурса и Игуменова с частично перекрываемым входным отверстием [6] для отбора мягкопластичных и текучепластичных грунтов;

- модели "Самара" конструкции КуйбшевТИСИЗа с частично перекрываемым входным отверстием и вакуумным клапаном [4] для отбора мягкопластичных грунтов;

- модели II нормального ряда грунтоносов с частично перекрываемым входным отверстием [1] для отбора мягкопластичных грунтов;

- модели III нормального ряда грунтоносов с полностью перекрываемым входным отверстием [1] для отбора текучепластичных и текучих грунтов.

Однако эти грунтоносы сложны в изготовлении и эксплуатации и не гарантируют сохранность природного сложения грунтов в каждом отбираемом монолите, так как имеют утолщенную стенку башмака, сотрясаются и прокручиваются в скважине при вращении буровых штанг для перекрытия их входного отверстия.

На основе анализа достоинств и недостатков известных грунтоносов автором были сформулированы технические требования и разработаны грунтоносы ГМТ100 и ГМТТ100 [7-8] для отбора монолитов слабых грунтов, лишенные перечисленных выше недостатков.

Грунтонос ГМТ100 состоит из корпуса 1 (рис. 1а), башмака 2, полуцилиндрических вкладышей 3, грунтоприёмной гильзы 4, крышки 5 с центральным проходным отверстием, тарельчатого клапана 6, закрепленного на штоке 7, и цилиндрического вкладыша 8.

Шток размещен с возможностью осевого перемещения в направляющей втулке 9, закрепленной с помощью кронштейна 10 на крышке 5.

Башмак 2 и крышка 5 соединяются с корпусом 1 с помощью байонетных соединений 14 (рис. 1а, 1г).

Для обеспечения беспрепятственного выхода воздуха, воды и разжиженного грунта из грунтоноса и предотвращения возникновения противодействия на поступающий в полость грунтоноса монолит кронштейн 10 имеет некруглую форму и размеры, обеспечивающие наличие зазора между кронштейном 10 и стенкой скважины.

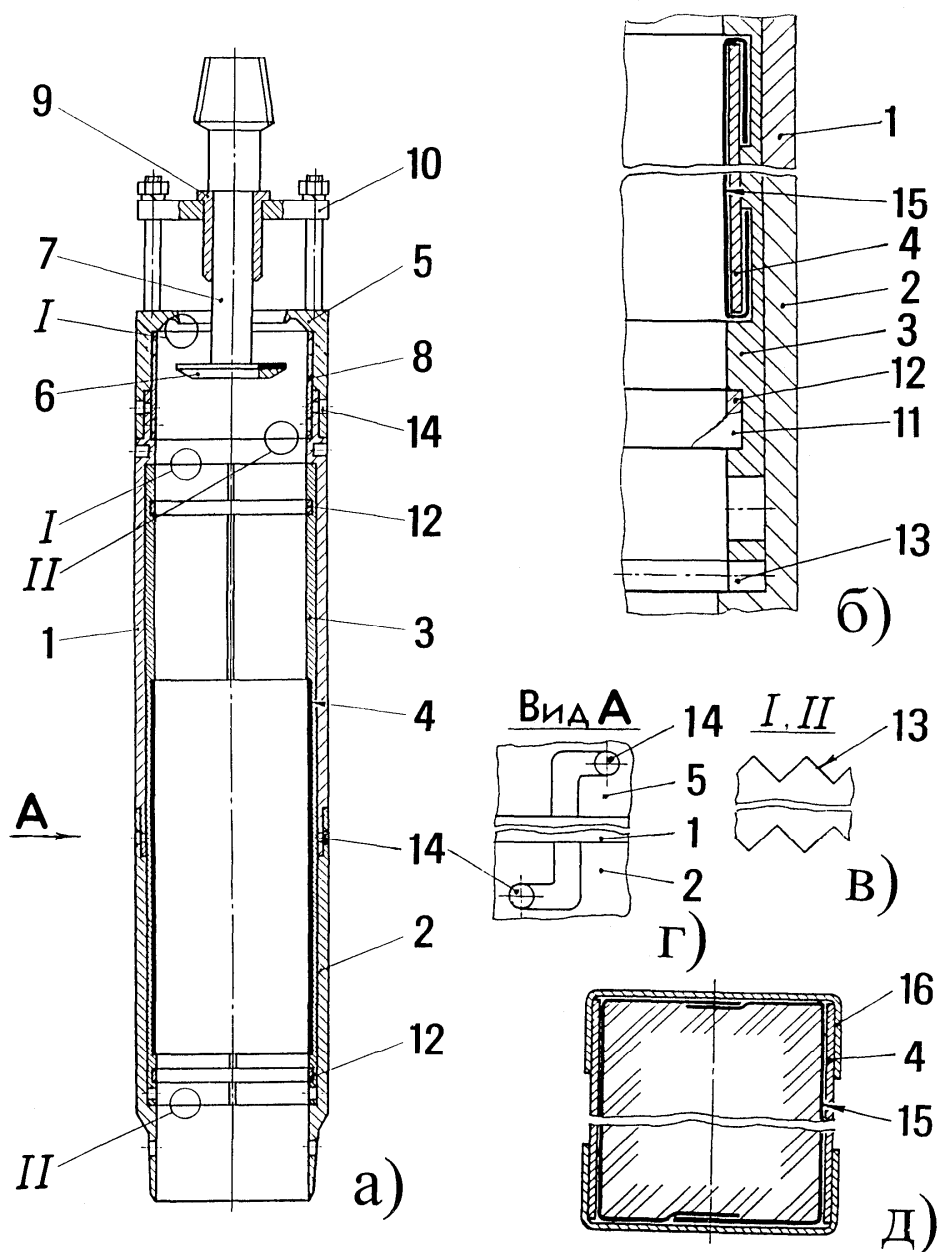


Рис.1. Вакуумный грунтонос ГМТ100:

а) – общий вид грунтоноса; б) – размещение полуцилиндрических вкладышей и фиксирующих колец; в) – зубчатая нарезка на полуцилиндрических вкладышах; г) – байonetные соединения башмака и крышки с корпусом;

д) – упаковка монолита для транспортировки

Площадь живого сечения этого зазора, проходного отверстия крышки 5 и зазора между тарельчатым клапаном 6 и вкладышем 8 равны между собой [8].

Для обеспечения надежной герметизации грунтоноса тарельчатый клапан 6 обрешинен, а проходное отверстие крышки 5 имеет заостренную кромку.

Грунтонос ГМТТ100 состоит из корпуса 1 (рис. 2а), башмака 2, полуцилиндрических вкладышей 3, грунтоприёмной гильзы 4, цилиндра 5 с крышкой 10, тарельчатого клапана 6, штока 7 и поршня 8.

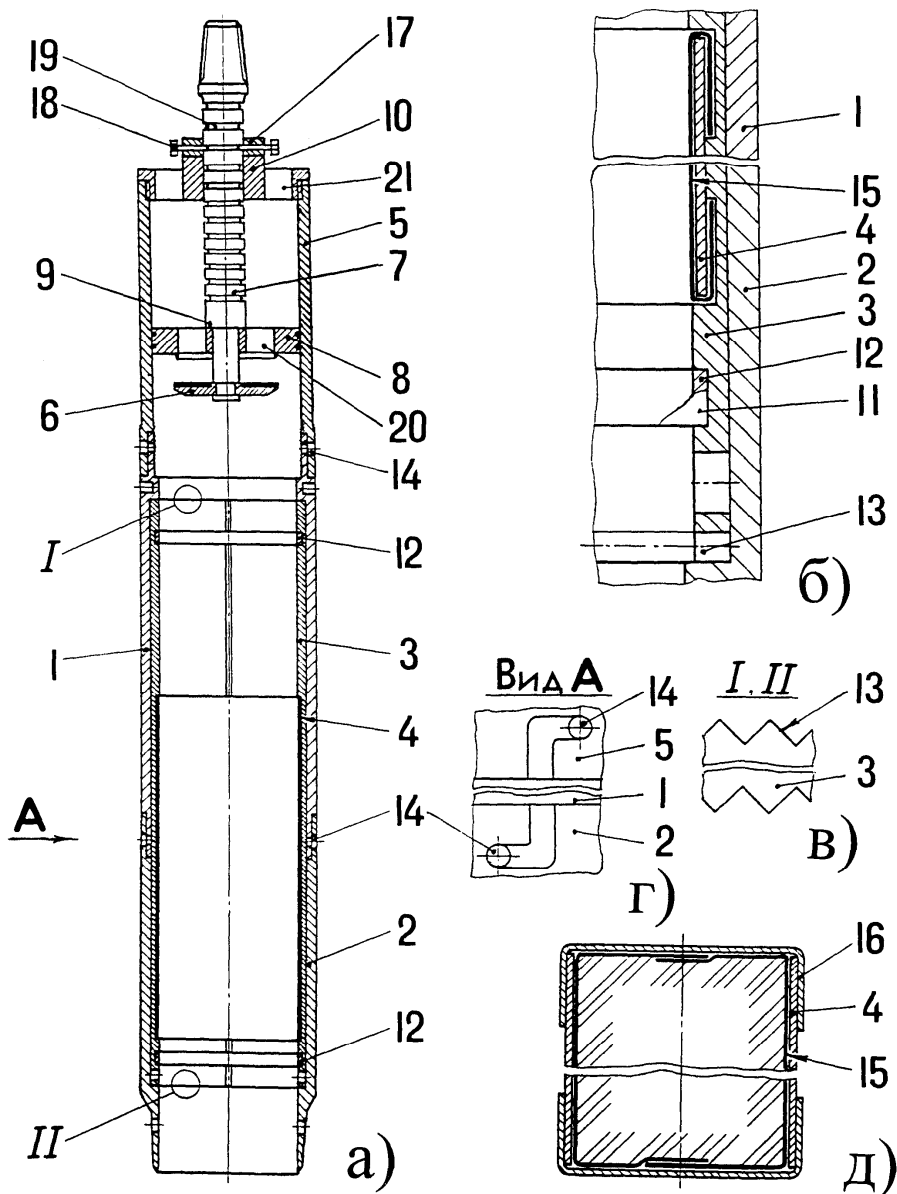


Рис.2. Вакуумный грунтонос ГМТТ100:

- а) – общий вид грунтоноса; б) – размещение полуцилиндрических вкладышей и фиксирующих колец; в) – зубчатая нарезка на полуцилиндрических вкладышах; г) – байонетные соединения башмака и цилиндра с корпусом;
- д) – упаковка монолита для транспортировки

Тарельчатый клапан 6 закреплен на штоке 7 неподвижно, а поршень 8 – с возможностью осевого перемещения от тарельчатого клапана 7 до упорного буртика 9.

Ход штока 7 ограничивается кольцевым упором 17, закрепленным с помощью болтов 18 и проточек 19, выполненных на штоке. Путем изменения положения упора 17 на штоке 7 регулируется длина хода штока и величина вакуума в грунтоносе.

Для обеспечения беспрепятственного выхода воздуха, воды и разжиженного грунта из грунтоноса и предотвращения возникновения противодавления на поступающий в полость грунтоноса монолит поршень 8 и крышка 10 имеют проходные отверстия 20 и 21, причем площадь живого сечения отверстий 20 поршня 8, отверстий 21 крышки 10 и зазора между тарельчатым клапаном 6 и цилиндром 5 равны между собой [8].

Башмак 2 и цилиндр 5 соединяются с корпусом 1 с помощью байонетных соединений 14 (рис. 2а, 2г).

Для обеспечения надежной герметизации грунтоноса тарельчатый клапан 6 обрезинен, а проходные отверстия 20 поршня 8 имеют по периметру заостренную кромку.

У обоих грунтоносов ГМТ100 и ГМТТ100:

- полуцилиндрические вкладыши 3 имеют на внутренней поверхности проточки 11, в которых размещены фиксирующие кольца 12 (рис. 1а, 1б, 2а, 2б), а на торцах – зубчатую нарезку 13 (рис. 1в, 2в). Фиксирующие кольца 12 удерживают полуцилиндрические вкладыши 3 относительно друг друга в корпусе 1 грунтоносов при любом продольном зазоре между ними, предотвращают смятие грунтоприёмной гильзы 4 из нежестких материалов и повреждение отбираемых монолитов, исключают выпадение из корпуса 1 полуцилиндрических вкладышей 3 и упрощают технологию их изготовления. Зубчатая нарезка 13 на торцах полуцилиндрических вкладышей 3 снижает требования к качеству очистки внутренних поверхностей корпуса 1 и башмака 2 за счет их самозачистки при сборке грунтоноса;

- грунтоприёмная гильза 4 предназначена для приема монолита грунта при отборе и его транспортировке на лабораторные испытания. Для этого грунтоносы комплектуются комплектом жестких и нежестких гильз с герметизирующими крышками 16 (рис. 1д, 2д). Грунтоприёмная гильза выполняется цельноцилиндрической из жесткого и нежесткого листового материала толщиной 0,2-0,5 мм: латунь, оцинкованное железо, пластмасса, плотная ламинированная полиэтиленом бумага, фольга и т.п. Грунтоприёмная гильза из нежестких материалов предназначена для одноразового использования и при отборе из них грунта в кольца лабораторных приборов разрывается, а в грунтоносах используется вместе с фиксирующими кольцами 12 (рис. 1б, 2б). Грунтоприёмная гильза из жестких материалов (гильза-контейнер) предназначена для многократного использования. Для упрощения отбора из неё проб грунта в кольца лабораторных приборов и исключения повреждения при этом природного сложения грунта внутренняя поверхность жесткой гильзы прокладывается листовой пленкой 15 из полиэтилена или фольги (рис. 1б, 2б), края которой загибаются снаружи и обжимаются полуцилиндрическими вкладышами 3, имеющими для этого специальные проточки;

- при использовании грунтоприёмной гильзы 4 из жестких материалов фиксирующие кольца 12 применять не требуется (рис. 1а, 1б, 2а, 2б);

- для повышения степени сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах путем уменьшения трения грунта в грунтоносах при отборе монолитов режущее лезвие башмака 2 имеет минимальную толщину и наружное заострение, диаметр входного отверстия башмака на 2-2,6 мм меньше внутреннего диаметра грунтоприёмной гильзы 4, а полуцилиндрические вкладыши 3, грунтоприёмная гильза 4 и фиксирующие кольца 12 установлены заподлицо с внутренней поверхности корпуса 1 (рис. 1а, 1б, 2а, 2б);

- для упрощения сборки и разборки грунтоносов башмак 2 и полуцилиндрические вкладыши 3 имеют радиальные сквозные отверстия, а корпус 1 глухие отверстия под воротки (рис. 1*a*, 1*б*);

- в комплект грунтоносов входят набор грунтоприёмных гильз с герметизирующими крышками, специальные воротки для сборки и разборки грунтоносов, переходники с шестигранного на резьбовой хвостовик и наоборот и специальные контейнеры для транспортировки грунтоносов.

Отбор монолитов грунтов с помощью грунтоноса ГМТ100 или ГМТТ100 осуществляется следующим образом.

Грунтонос медленно и плавно вдавливают в забой скважины.

При этом в грунтоносе ГМТ100 шток 7 с тарельчатым клапаном 6 смещается в крайнее нижнее положение и проходное отверстие в крышке 5 открывается (рис. 1*a*), а в грунтоносе ГМТТ100 шток 7 смещается с поршнем 8 в крайнее нижнее положение, тарельчатый клапан 6 отходит от поршня 8 и открывает его проходные отверстия 20 (рис. 2*a*). Т.о. в обоих грунтоносах обеспечивается беспрепятственный выход воздуха, воды и разжиженного грунта из грунтоносов наружу.

После погружения грунтоноса на глубину, гарантирующую полное заполнение грунтоприёмной гильзы 4 (рис. 1*a*, 2*a*) грунтом ненарушенного природного сложения и, соответственно, нахождение нарушенного слоя грунта выше грунтоприёмной гильзы, грунтонос медленно поднимают на дневную поверхность.

При этом в грунтоносе ГМТ100 шток 7 с тарельчатым клапаном 6 смещается в крайнее верхнее положение, проходное отверстие в крышке 5 закрывается и в полости грунтоноса возникает вакуум (рис. 1*a*), а в грунтоносе ГМТТ100 шток 7 перемещается вверх и подводит к поршню 8 тарельчатый клапан 6, который перекрывает его отверстия проходные 20 и вместе с поршнем 8 смещается к крышке 10, создавая в грунтоносе заданную величину вакуума (рис. 2*a*). Т.о. в обоих в грунтоносах обеспечивается отрыв монолита

грунта от забоя и удержание его в грунтоносе при подъеме на дневную поверхность.

На поверхности скважины грунтонос разбирают и извлекают грунтоприёмную гильзу 4 (рис. 1а, 2а) с монолитом, предварительно удалив лишний грунт по её торцам. Грунтоприёмную гильзу с монолитом упаковывают и отправляют на лабораторные испытания.

Если отбор монолита производился в нежесткую грунтоприёмную гильзу, например из ламинированной бумаги, то монолит вместе с грунтоприёмной гильзой укладывают в специальный жесткий контейнер и закрывают герметизирующими крышками 16 (рис. 1д, 2д) или парафинируют. Если отбор монолита производился в жесткую грунтоприёмную гильзу-контейнер с полиэтиленовой пленкой 15 (рис. 1б, 2б), то после извлечения грунтоприёмной гильзы с монолитом края полиэтиленовой пленки, загнутые снаружи грунтоприёмной гильзы, отгибают и закрывают торцы монолита, а затем одевают герметизирующие крышки 16 (рис. 1д, 2д).

Детали грунтоноса очищают от грунта и после сборки грунтонос готов к отбору очередного монолита. При этом очистка деталей грунтоноса не вызывает затруднений, т.к. конструкция обоих грунтоносов обеспечивает свободный доступ ко всем поверхностям. Для очистки от грунта в грунтоносе ГМТ100 отсоединяют от корпуса 1 крышку 5, извлекают вкладыш 8 и очищают его и тарельчатый клапан 6 (рис. 1а), в грунтоносе ГМТТ100 отсоединяют от корпуса 1 цилиндр 5, а от цилиндра 5 – крышку 10 (рис. 2а).

Кроме того конструкция обоих грунтоносов обеспечивает чистовую самозачистку внутренних поверхностей корпуса 1 и башмака 2 зубчатой нарезкой 13 полуцилиндрических вкладышей 3 при сборе грунтоноса (рис 1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 2в).

Технические характеристики грунтоносов ГМТ100 и ГМТТ100 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики грунтоносов ГМТ100 и ГМТТ100

Наименование характеристики	Модель грунтоноса	
	ГМТ100	ГМТТ100
Диаметр входного отверстия башмака (диаметр отбираемых монолитов), мм	97	
Размеры грунтоприёмной гильзы, мм:		
- высота (высота отбираемых монолитов)	245	
- внутренний диаметр: минимальный / максимальный	99,0 / 99,6	
- наружный диаметр	100	
Наружный диаметр грунтоноса, мм	114	
Способ удержания монолита в грунтоносе	вакуумный	
Принцип создания вакуума	герметизация тарельчатым клапаном	поршневой
Ход поршня для регулирования величины вакуума в грунтоносе, мм: минимальный / максимальный		115 / 15
Способ погружения грунтоноса	вдавливанием	
Длина грунтоноса, мм: с выдвинутым штоком / с задвинутым штоком	960 / 820	975 / 810
Масса, кг, не более	12	15

Испытания грунтоносов ГМТ100 (рис. 3а, 3б) и ГМТТ100 (рис. 4а, 4б) проводились при отборе различных мягкопластичных, текучепластичных и текучих грунтов Краснодарского края на трех площадках с ранее изученными инженерно-геологическими условиями:

- на площадке № 1, расположенной по ул. Кубано-Набережной в г. Краснодаре в интервале глубин 3-6 м, где залегают мягкопластичные суглинки с прослойками и с гнездами текучей супеси и водонасыщенного пылеватого песка;

- на площадке № 2, расположенной в ауле Козет, в интервале глубин 1,8-5,8 м, где прослеживается чередование мягкопластичных слабо метифицированных глин, текучих супесей, супесчаных и суглинистых илов с гнездами пылеватого песка;

- на площадке № 3, расположенной по ул. Первомайской в г. Краснодаре, в интервале глубин 3-6 м, где распространены мягкопластичные и текучепластичные суглинки с небольшой (до 5 %) примесью разложившихся растительных остатков.

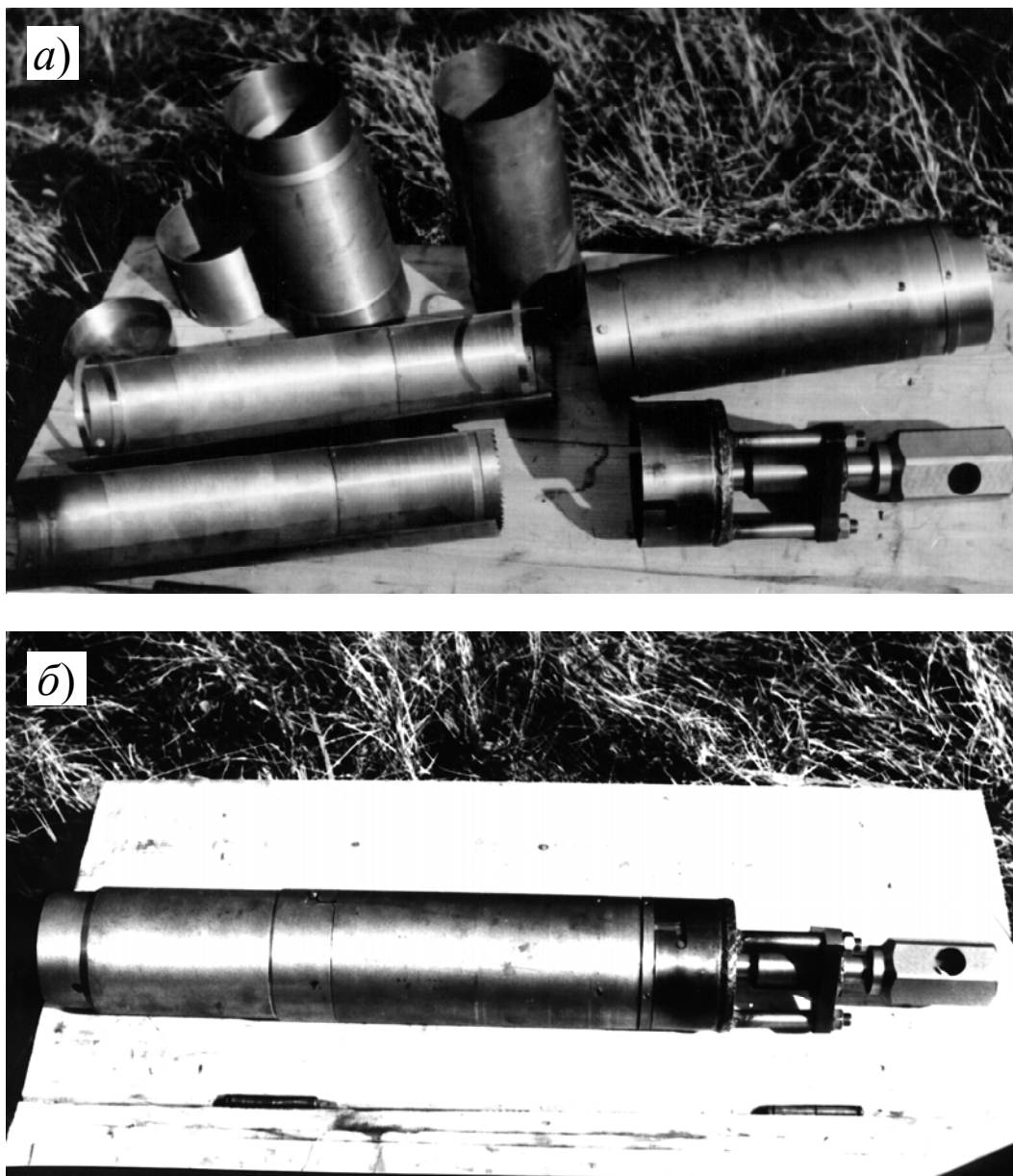


Рис.3. Внешний вид грунтоноса GMT100:

a) – в разобранном состоянии; *б)* – в сборе

Площадки №№ 1 и 2 приурочены к одному геоморфологическому элементу – к пойме р. Кубани, площадка № 3 – к пойме р. Карасун. В разрезе пойменные отложения всех трех площадок характеризуются большой неоднородностью литологического состава и физико-механических свойств грунтов.

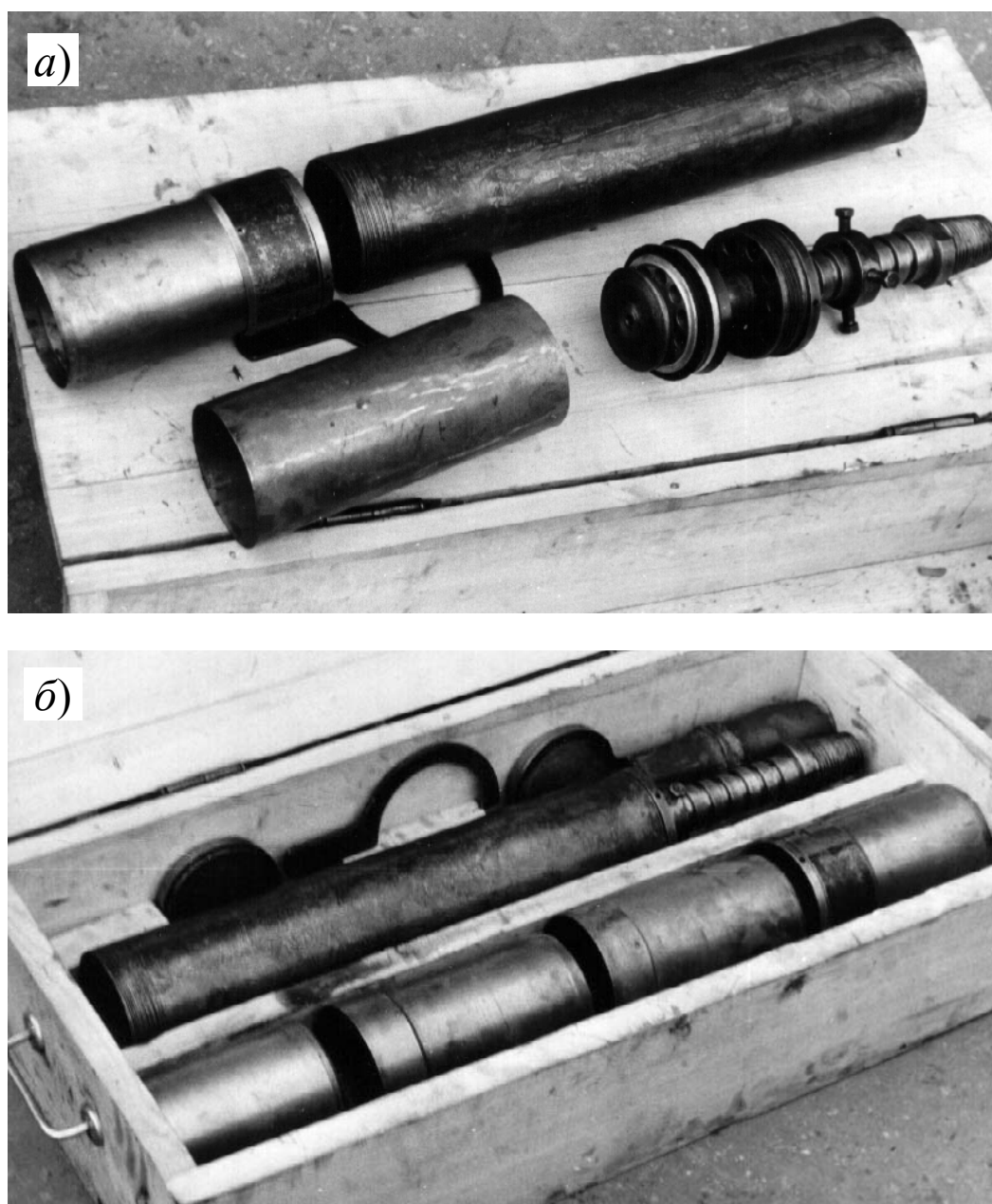


Рис.4. Внешний вид грунтоноса ГМТТ100:

a) – в разобранном состоянии; *б)* – в транспортном контейнере

Отбор монолитов производился из скважин диаметром 146 мм, пройденных колонковым способом буровой установкой УГБ-1ВС. По всем монолитам в грунтоведческой лаборатории, согласно действующих нормативных документов, выполнен полный комплекс определения физико-механических свойств.

Так как слабые грунты имеют большую неоднородность состава и свойств и для оценки качества их отбора эталона нет, оценка качества отбора проб монолитов грунтоносами ГМТ100 и ГМТТ100 осуществлялась путем сопоставления физико-механических свойств грунтов в монолитах, отобранных на одних и тех же площадках с одинаковых уровней грунтоносами ГМТ100 и ГМТТ100 и грунтоносом модели III нормального ряда в сочетании со статическим зондированием на тех же объектах.

Сопоставление результатов лабораторных исследований монолитов грунтов, отобранных грунтоносами ГМТ100 и ГМТТ100 и грунтоносом модели III нормального ряда по всем разностям (глинам, суглинкам, супесям, илу суглинистому) показывает, что соотношение физических и прочностных свойств, сжимаемости не противоречат друг другу и взаимно увязываются. Данные свойств грунтов по результатам статического зондирования согласуются со свойствами грунтов, отобранными грунтоносами ГМТ100 и ГМТТ100.

В результате испытаний установлено, что грунтоносы ГМТ100 и ГМТТ100:

- позволяют гарантированно отбирать из скважин выше и ниже уровня подземных вод монолиты мягкопластичных и текучепластичных грунтов (грунтонос ГМТ100), мягкопластичных, текучепластичных и текучих грунтов (грунтонос ГМТТ100) и могут быть использованы для отбора полутвердых и тугопластичных грунтов;

- обеспечивают высокую степень сохранности природного сложения грунтов в отбираемых монолитах;

- просты в изготовлении и эксплуатации;

- не требуют специального навыка и высокой квалификации буровиков;
- имеют конструктивные особенности, обеспечивающие сохранность природного сложения грунтов в отбираемых монолитах: при погружении грунтоносов в забой скважины, при отрыве монолитов от горного массива и подъеме на дневную поверхность, при разборке грунтоносов и извлечении из них монолитов, при упаковке и транспортировке монолитов для лабораторных испытаний, а также при отборе из монолитов образцов для лабораторных испытаний.

Грунтоносы ГМТ100 и ГМТТ100 внедрены и успешно используются на производственных объектах Краснодарской организации инженерно-строительных изысканий "СевКавТИСИЗ" при отборе монолитов слабых грунтов в сочетании со статическим зондированием на тех же объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы к совещанию по методике и технике отбора монолитов горных пород при инженерно-геологических исследованиях (Белгород, 31 мая-4 июня 1966 г.). М.: ВСЕГИНГЕО, 1966. 160 с.

2. Основные методические положения по отбору инженерно-геологических проб горных пород (Утверждены протоколом 19-го заседания Постоянной комиссии СЭВ по геологии, 6-12 октября 1970 г., г. Стары Смоковец ЧССР). М.: ВСЕГИНГЕО, 1971. 40 с.

3. **Ребрик Б.М.** Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях. М.: "Недра", 1973. 260 с.

4. Авт. св. СССР № 874868 Е 02 D 1/04, G 01 N 1/02. Вакуумный грунтонос / **Артюшенко Г.Л., Ломовцев А.П., Холин И.Ф.** // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. 1981, № 39.

5. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. В 2-х томах. Том 1. Полевые методы. М.: Недра, 1984. 423 с.

6. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (к СНиП 2.05.02-85) / СОЮЗДОРНИИ Минтрансстроя СССР. М.: Стройиздат, 1989. 19 с.

7. Авт. св. СССР № 1723258 E 02 D 1/04. Вакуумный грунтонос / **Денисенко В.В.** // Открытия. Изобретения. 1992, № 12.

8. Авт. св. СССР № 1767383 G 01 N 1/04, E 02 D 1/04. Вакуумный грунтонос / **Денисенко В.В.** // Открытия. Изобретения. 1992, № 37.

REFERENCES

1. Materials for the meeting on methods and techniques of selection of rock monoliths with geotechnical studies (Belgorod, May 31-June 4, 1966). M.: VSEGINGEO, 1966. 160 p.

2. The main methodological regulations for the selection of engineering-geological rock samples (Approved Protocol of the 19th meeting of the Standing Committee on the geology of the CMEA, 6-12 October 1970, Stary Smokovec, Czechoslovakia). M.: VSEGINGEO, 1971 40.

3. **Rebrik B.M.** Drilling wells in geotechnical investigations. M.: "Core", 1973. 260 p.

4. Auto. sv. USSR № 874868 E 02 D 1/04, G 01 N 1/02. Vacuum corer / **Artyushenko G.L., Lomovtsev A.P., Choline I.F.** // Discoveries. Invention. Industrial designs. Trademarks. 1981, № 39.

5. Guidelines on the engineering geological study of rocks. In 2 vols. Volume 1 Field methods. M.: Nedra, 1984. 423 p.

6. Manual of engineering subgrade of roads on soft ground (to snip 2.05.02-85) / SOYUZDORNII Ministry of Transport of the USSR. M.: Stroyizdat, 1989, 19 p.

7. Aut. sv. USSR № 1723258 E 02 D 1/04. Vacuum corer / **Denisenko V.V.** // Discoveries. Invention. 1992, № 12.

8. Auto. sv. USSR № 1767383 G 01 N 1/04, E 02 D 1/04. Vacuum corer / **Denisenko V.V.** // Discoveries. Invention. 1992, № 37.

*VACUUM CORER FOR SELECTION SOFT SOIL MONOLITHS***V.V. DENISENKO**

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

The analysis of the design flaws of the currently known corer for sampling soft soils, causing a violation of the natural structure of soils sampled using them monoliths. The designs developed by the author and corer GMT100 GMTT100 for selection of weak soils, devoid of the drawbacks of known corer. The test results show that the corer GMT100 GMTT100 and allow you to select guaranteed monoliths myagkoplastichnyh and tekucheplastichnyh soils (corer GMT100), myagkoplastichnyh, tekucheplastichnyh and flowing soils (GMTT100 corer) from wells above and below the ground water level and can be used for the selection of semi-solid and tugoplastichnyh Soil from wells above and below the groundwater level, and provides a high degree of conservation of the natural structure of soils sampled in the monoliths immersion corer in the bottom of the well, in the separation of the monoliths of the mountain range and rise to the surface, at dismantling and removing the corer of these monoliths at packaging and transport of monoliths for laboratory tests, as well as sampling of monoliths.

Key words: myagkoplastichnye, tekucheplastichnye fluids and soils, selection of monoliths, natural addition, gruntopriëmnaya sleeve.