Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института, том XXXII, вып. 2, 1955 г.

О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Доц. В. Н. Новожилов

Введение

В СССР построено и эксплуатируется большое число стадионов и спортивных площадок. Кроме того, ежегодно строятся сотни новых спортивных сооружений на заводах, в учебных заведениях, колхозах и совхозах.

В процессе нового строительства, эксплуатации, текущего, профилактического и капитального ремонта стадионов и спортивных площадок возникает необходимость в объективной оценке состава и состояния искусственных грунтов (специальных смесей).

В настоящее время за основу оценки искусственных грунтов принят субъективный метод, достоверность которого не всегда правильна. До сих пор для оценки качества беговых дорожек, секторов легкой атлетики, теннисных и других спортивных площадок не принимается за основу их гранулометрический состав, физико-механические и водные свойства.

Отсутствие объективных методов оценки объясняется неразработанностью технических требований, предъявляемых к искусственным грунтам. Так, например, в типовом проекте нормального спортивного ядра говорится [8]: «...береговая дорожка должна быть упругой, эластичной, обладать постоянством объема, иметь ровную поверхность верхнего слоя и хорошую сопротивляемость атмосферным (дождь, снег, лед, ветер) и механическим воздействиям...». Эти требования ни в коей мере не могут быть названы техническими и не дают возможности объективно оценивать состав и состояние специальных смесей.

В предлагаемой статье рассматриваются некоторые вопросы оценки состава и состояния искусственных грунтов для спортивного строительства.

1. Методика оценки состава и состояния специальных смесей

Оценка состава и состояния смесей может быть проведена с различными задачами, которые определяют как детальность, так и методику исследований. К таким задачам, например, может быть отнесено изучение физико-механических свойств смесей:

1) на лучших отечественных стадионах с целью принятия смесей как эталонных образцов для нового строительства;

2) на эталонных участках при строительстве новых крупных стадионов;

3) при принятии новых стадионов в эксплуатацию (как метод контроля за качеством работ строителей);

4) на эксплуатируемых стадионах с целью улучшения качества смесей (при подготовке к ответственным соревнованиям, при капитальном и сезонном ремонте и т. д.).

Весьма важным является изучение свойств смесей в период текущей подготовки площадок к соревнованиям (быстрая полевая оценка состояния смесей).

Для решения первых трех из указанных задач необходимо провести лабораторные и специальные исследования. Лабораторным путем определяются: минеральный состав (определение извести и гумуса обязательно), гранулометрический состав, удельный и объемный вес, влажность, размокание, коэффициенты фильтрации и сжимаемости, угол внутреннего трения и величина сцепления, а также основные показатели уплотнения — рациональная работа и оптимальная влажность. Кроме того, на основании приведенных выше исследований вычисляют пористость, коэффициент пористости, полную влагоемкость, степень насыщения и объемный вес скелета смесей.

К специальным исследованиям относится определение показателей смеси посредством специального полевого прибора. Весьма полезно при изучении смеси изготовить на всю мощность конструкции покрытия пленочный монолит [6].

Для решения задачи по улучшению смесей на существующих стадионах необходимо изучить гранулометрический и минеральный составы, характер распределения основных связующих компонентов (глины и извести) и строение (конструкцию) площадки.

Для определения состояния смесей в момент подготовки площадок к соревнованиям достаточно опробования посредством специального полевого прибора.

Полевая оценка смесей. Лабораторные исследования состава и состояния смесей довольно длительны. Часто возникает необходимость непосредственно, на месте, минуя лабораторные исследования, определить состояние смесей и указать путь для их улучшения.

В первом приближении этот вопрос может быть решен посредством применения полевого прибора конструкции В. Н. Новожилова и Б. П. Остроумова или почвенного плотномера конструкции А. И. Гончара [2] и других аналогичных полевых приборов.

Полевой прибор конструкции В. Н. Новожилова и Б. П. Остроумова состоит из пяти основных частей: корпуса прибора, каретки, подставки, сменных наконечников и грузов. Корпус прибора состоит из двух стальных стоек *1*, ввинченных в массивное полукольцо *2*. В верхней части стойки скреплены соединительной планкой *3*. Полукольцо тремя винтами *4* закрепляется на подставке *5*. По стойкам свободно движется каретка *6*, состоящая из рамки *7*, диска *8*, стержня с нарезкой *9*, двух гаек *10*, четырех пар роликов *11* и стрелки-указателя *12*. Для закрепления каретки на заданной высоте имеется передвижная планка *13* с двумя зажимными крючками *14*. Для определения высоты подъема каретки и подскока ее к соединительной планке *3* привинчена металлическая рулетка *15*. Величина подскока каретки отмечается на ленте рулетки хомутиком *16*, перемещающимся по ней с небольшим трением. При подскоке каретки стрелка автоматически подхватывает хомутик снизу и перемещает его до верхнего предельного положения. Конец ленты рулетки снабжен петлей, надевающейся на крючок подставки.

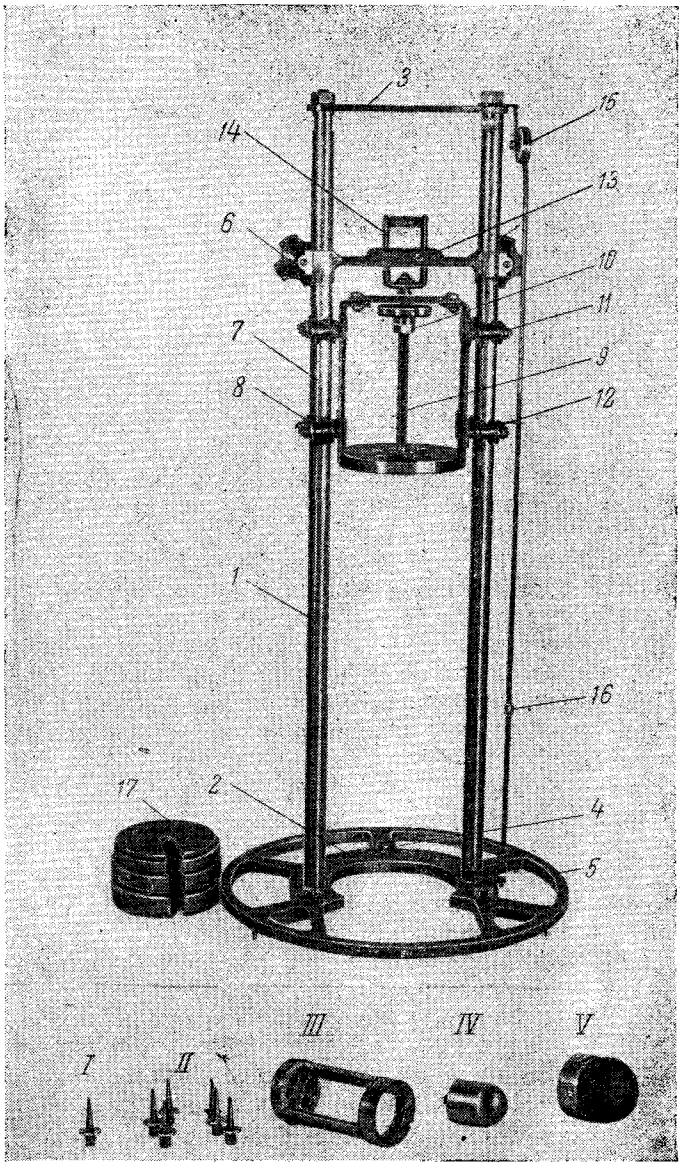


Рис. 1. Общий вид полевого прибора конструкции В. Н. Новожилова и Б. П. Остроумова:

1 — стальная стойка; *2* — массивное полукольцо; *3* — соединительная планка; *4* — винты; *5* — подставка; *6* — каретка; *7* — рамка; *8* — диск; *9* — стержень с нарезкой; *10* — гайки; *11* — ролики; *12* — стрелка-указатель; *13* — передвижная планка; *14* — зажимные крючки; *15* — рулетка; *16* — хомутик; *17* — грузы. Сменные наконечники к прибору: *I* — конус; *II* — шесть конусов; *III* — режущее кольцо; *IV* — стальной полушар; *V* — резиновый шар

Грузы *17* состоят из набора гирь весом 0,5; 1 и 2 *кг*.

Прибор имеет пять сменных наконечников: конус *I*, шесть конусов *II*, режущее кольцо *III*, стальной полушар *IV* и резиновый шар *V*.

Техническая характеристика прибора

Высота прибора	940 *мм*	Вес каретки	3,6 *кг*
Диаметр подставки	400 *мм*	Вес инструментов для сборки и вес дополнительных грузов	0,9 *кг*
Вес прибора без наконечников и грузов	16 *кг*	Общий вес прибора . . .	28,14 *кг*
Вес наконечников: конуса	0,015 *кг*	Максимальная высота подъема каретки	50 *см*
стального полушара, режущего кольца и резинового шара . . .	по 0,4 *кг* (каждый)	Точность измерения погружения или отскока наконечников	0,5 *мм*
Вес гирь	10 *кг*		

Описание наконечников. Наконечник «конус» — стальной, высота его 30 *мм*, диаметр основания 7 *мм*, радиус закругления острия 1,5 *мм* и угол конуса 11°. Наконечник «шесть конусов» состоит из комбинации шести отдельных описанных выше конусов, которые расположены аналогично шипам на спортивных туфлях. Наконечник «режущее кольцо» — стальной, высотой 120 *мм*, высота кольца 20 *мм*, диаметр 58 *мм*, толщина стенок 6 *мм* и угол заточки кольца 30°. Наконечник «стальной полушар» имеет диаметр 40 *мм*, высоту 50 *мм*. Наконечник «резиновый шар» изготовлен из массивной литой резины, диаметр его 60 *мм*.

Принцип действия прибора. 1. Бросая каретку с навинченным на нее наконечником с определенной высоты, можно проследить величину проникновения наконечника в исследуемый грунт и наблюдать изменения, происходящие в грунте от воздействия наконечника (трещины деформации и т. д.). Зная вес подвижной системы (каретки, гирь, наконечника) и высоту ее падения, можно вычислить величину работы. Динамическая нагрузка на грунт при одном ударе каретки может меняться от 1 до 5,5 *кг*.

2. Прибор позволяет фиксировать величину проникновения наконечников в грунт не только от динамической, но и от статической нагрузок путем пригрузки каретки гирями. Наибольшая величина статической нагрузки равна 14 *кг*.

3. По воздействию наконечников можно судить о состоянии грунта. По величине проникновения наконечника «конус» под действием статической нагрузки и наконечника «шесть конусов» под действием динамической нагрузки можно до некоторой степени судить о плотности, связности и сопротивлении грунта вдавливанию. Глубина проникновения наконечника в грунт измеряется в миллиметрах и соответствует работе в килограммометрах. Наконечник «режущее кольцо» характеризует разрабатываемость грунта, способность его разрушаться, размельчаться под действием внедрения шипов и спортивных снарядов, а также под действием атмосферных агентов. Воздействие наконечника «стальной полушар» производит местное уплотнение грунта по принципу штампа и вызывает появление трещин деформаций и выпор грунта. В процессе опыта при каждой ступени работы регистрируются глубина проникновения наконечника, характер трещин деформаций и момент видимого эффективного выпора грунта. Чем плотнее грунт, чем больше его связность, тем больше требуется работы на единицу заглубления наконечника. При недостатке увлажнения трещины, деформации и выпор регистрируются значительно быстрее, чем при той же плотности, но

оптимальном увлажнении. Наконечник «резиновый шар» дает некоторое представление об упругих деформациях покрытия в целом и о степени влажности. В момент перехода грунта в состояние грунтовой массы при прочих равных условиях он дает наибольшую (относительную) величину отскока.

4. Принцип работы полевого прибора основан на комплексной оценке грунта различными наконечниками.

Методика оценки смесей. В основу оценки состояния смесей полевым прибором положен метод сравнения того или иного покрытия спортивной площадки с эталонными образцами.

За эталонный образец гаревого покрытия принята беговая дорожка московского стадиона «Динамо». В лабораторных условиях был воспроизведен опытный участок, конструкция которого тождественна беговой дорожке стадиона. В качестве специальной смеси использован искусственный грунт, привезенный с московского стадиона «Динамо». Уплотнение смеси проводилось при оптимальной влажности посредством специальных трамбовок и катка.

Эталонные значения для каждого наконечника устанавливались при трех степенях влажности — 13,6; 9,7 и 16,1%. Влажность смеси 13,6% является оптимальной для данного состава [7], влажность 9,7% характеризует недостаточное, а влажность 16,1% — избыточное увлажнение смеси. Плотность смеси во всех трех случаях была равной (объемный вес скелета 1,42—1,44 *г/см*^{3}).

Во всех трех сериях опытов для каждого интервала нагрузок было проделано по 10—20 испытаний и взяты за основу средние показатели.

На основании данных исследований было составлено пять эталонных таблиц оценки состояния специальной смеси московского стадиона «Динамо» полевым прибором конструкции В. Н. Новожилова и Б. П. Остроумова.

Определение состояния смеси того или иного покрытия стадиона следует производить посредством полевого прибора и сравнивать соответствующие значения с эталонными таблицами 1—5.

Таблица 1

Наконечник — „конус"

Статическая нагрузка, *кг/м*	Глубина проникновения наконечника в грунт (*мм*) при влажности (%)		
	13,6	16,1	9,7
3,6	2,0	8,5	—
7,0	4,5	12,0	1,0
10,0	8,0	14,0	3,0
14,0	11,0	20,0	5,0

Таблица 2

Наконечник — „шесть конусов"

Динамическая нагрузка, *кг/м*	Глубина проникновения наконечника в грунт (*мм*) при влажности (%)		
	13,6	16,1	9,7
1,0	11.0	15,0	4,0
2,0	15.0	21,0	6,0
2,5	17,5	24,0	8,5
3,0	20,0	27,0	10,5
3,5	22,0	—	13,0
4,0	25,0	—	15,0
4,5	28,0	—	17,0

Как показали испытания на стадионах Москвы и Ленинграда, применение полевого прибора позволяет объективно и надежно проводить оценку состояния смесей, а в комплексе с лабораторными исследованиями — решать все основные вопросы по качественной оценке искусственных грунтов.

Таблица 3

Наконечник — „режущее кольцо“

Динамическая нагрузка, *кг/м*	Глубина проникновения наконечника в грунт (*мм*) при влажности (%)		
	13,6	16,1	9,7
2,0	2,0	5,0	—
6,0	7,0	12.0	1,0
10,0	12,0	17,0	3,0
14,0	16,0	23,0	6,0
20,0	22,0	30,0	9,0
26,0	28,0	44,0	11,0
32,0	35,0	53,0	13,0
38,0	42,0	—	15,0
44,0	48,0	—	17,0
46,0	51,0	—	20,0

Таблица 4

Наконечник — „резиновый шар“

Динамическая нагрузка, *кг/м*	Величина отскока каретки с грузом и наконечником (*см*) при влажности (%)		
	13,6	16,1	9,7
2,0	36,5	29,6	38,0
2,5	37,5	30,4	39,5
3,0	35,5	29,4	39,0
4,0	35,0	27,3	38,5

Таблица 5

Наконечник — „стальной полушар“

Динамическая нагрузка, *кг/м*	Глубина проникновения наконечника в грунт (*мм*) при влажности (%)			Появление трещин деформаций при влажности (%)			Наступление видимого выпора грунта вокруг наконечника при влажности (%)		
	13,6	16,1	9,7	13,6	16,1	9,7	13,6	16,1	9,7
2,0	3,0	12,0	1,0	—	—	—	—	—	—
6,0	7,0	18,0	2,0	—	—	—	—	—	—
10,0	11,0	22,0	4,0	—	—	+	—	—	—
14,0	14,0	26,0	5,0	—	+		—	—	—
20,0	18,0	32,0	6,5	+			—	—	+
26,0	21,0	38,0	8,0				—	+	
32,0	24,0	—	10,0				—		
38,0	30,0	—	12,0				+		

2. Методика лабораторных исследований смесей

Практика работы по исследованию смесей позволила наметить наиболее простые и достаточно точные приемы анализа и дать некоторые рекомендации по полевым методам.

Гранулометрический состав смесей определяется комбинированным методом: крупные фракции — ситовым, мелкие — пипеточным. Вес пробы — от 0,5 до 0,6 *кг* при массовых анализах и 3—4 *кг* при единичных анализах (одна проба с беговой дорожки). Проба грунта слегка подсушивалась на воздухе, размельчалась руками и отсеивалась через сито с диаметром отверстий 2 *мм*. Крупнозем (больше 2 *мм*) промывался водой, просушивался и рассеивался по фракциям на ситах. Вода от промывки крупнозема выпаривалась или отстаивалась, а осадок присоединялся к мелкозему. Из мелкозема (меньше 2 *мм*) квартованием отбиралась средняя проба, из которой были взяты две навески по 20—35 *г* каждая. Навески помещались на фильтры и обрабатывались 0,05 N раствором соляной кислоты до отрицательной реакции на кальций, затем промывались дистиллированной водой до полного удаления хлора. По одной из навесок определялся гранулометрический состав методом пипетки, по другой — количество воднорастворимых солей.

Минеральный состав смесей определялся по фракциям, выделенным в процессе гранулометрического анализа. Крупные фракции (больше 0,1 *мм*) просматривались под бинокулярной лупой; глинистые минералы тонких фракций определялись рентгенометрическим методом.

Определение удельного и объемного весов, размокания, коэффициента сжимаемости, трения, сцепления и других физико-механических свойств проводилось обычными методами анализа.

Коэффициент фильтрации по образцам естественного сложения был определен в фильтрационных приборах конструкции С. Я. Капецкого и Г. Н. Каменского-Тима. Наличие в смесях значительного количества фракций больше 2 *мм* несколько усложняло методику работы. Очень трудно вырезать образец так, чтобы вода не просачивалась между стенками прибора и столбиком исследуемого грунта. Загрузка образцов в приборе проводилась следующим образом: столбик грунта высотой 6—8 *см* вырезался на 2—3 *мм* меньше диаметра фильтрационных приборов. На цилиндрическую поверхность столбика наносился слой расплавленного парафина, и образец вставлялся в прибор. Оставшееся расстояние между стенками прибора и столбиком грунта заливалось парафином или проводилось оплавление парафина нагретой проволокой сверху и снизу. Излишний парафин с торцевых частей образца удалялся. Дальнейший ход определения коэффициента фильтрации аналогичен обычному при данной конструкции приборов.

При полевой оценке специальных смесей определение гранулометрического состава может быть проведено методом Р. И. Рутковского [4], который, хотя и менее точно, но значительно быстрее, чем другие методы, дает ответ о соотношении в смесях фракции глины, пыли, песка и гравия.

Влажность специальных смесей может быть установлена по методу П. В. Иванова [3], сущность которого сводится к следующему. В обычный алюминиевый стаканчик помещается 5—10 *г* смеси. При помощи бюретки, пипетки или капельницы эта навеска смачивается чистым спиртом до появления свободной жидкости в стаканчике (около 8 $см^3$ спирта). Затем легким постукиванием донышка стаканчика о твердый предмет грунт распределяется равномерным слоем и остается в таком положении на 1—2 мин. для полного промачивания спиртом. Затем спирт воспламеняют, и через 3—5 мин. после затухания пламени грунт снова смачивают каплями спирта, но на этот раз только до равномерного потемнения его поверхности (2—3 $см^3$ спирта), и вслед за тем вновь воспламеняют спирт. При влажности грунтов более 15% производят третье прожигание. Влажность смесей, как правило, не превышает 15—18%, что исключает третье прожигание.

После второго (или третьего) прожигания стаканчик закрывают крышкой и взвешивают на технических весах в еще теплом состоянии. Всего, таким образом, на определение влажности затрачивается около 20 мин. Точность этого метода вполне удовлетворяет запросы практики.

В заключение следует отметить, что методика оценки состава и состояния специальных смесей, а также методика их лабораторных исследований еще находятся в стадии разработки и требуют проверки на конкретном практическом материале.

Предлагаемая методика была опробирована при оценке состава и состояния специальных смесей крупнейших стадионов СССР и в том числе Зимнего стадиона в Ленинграде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. М. Основы современной методики и техники лабораторных определений физических свойств грунтов. Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1953.

2. Гончар А. И. Почвенный плотномер. «Почвоведение», 1953, № 1.

3. Иванов П. В. Быстрый метод определения влажности почв. «Почвоведение», 1953, № 3.

4. Инструкция по производству полевых испытаний грунтов. Цудортранс, НКПС, 1930, т. 2.

5 Ломтадзе В. Д. Методы лабораторных исследований песчаных и глинистых грунтов. Госгеолиздат, 1952.

6. Новожилов В. Н. Методика изготовления пленочных монолитов. Записки Ленинградского горного института, т. XXV, вып. 2, 1951.

7. Новожилов В. Н. Искусственные грунты в спортивном строительстве. Записки Ленинградского горного института, т. XXIX, вып. 2, 1953.

8. Нормальное спортивное ядро. Типовой проект. Изд-во «Физкультура и спорт», 1952.