МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПЕЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ ИЗ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ

Москва— 1972

gost.e-ecolog.ru

Министерство транспортного строительства СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПЕЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ ИЗ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ

Одобрены Техническим Управлением
Минтрансстроя СССР

Москва- 1972

УДК 625.731.22:624.131.211:624.138

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПЕЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ ИЗ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ. Союздорнии, М., 1972.

"Методические рекомендации" обобщают результаты научно-исследовательских и экспериментальных работ, проведенных в Союздорнии и его Ленинградском филиале в 1969-1971гг.

Степень уплотнения крупнообломочных грунтов предлагается оценивать в зависимости от их состава и расположения в конструкции насыпи земляного полотна следующими методами: методом пробного динамического нагружения; методом лунок с применением балонного плотномера; пробной укаткой тяжелым уплотняющим оборудованием.

Изложены основные принципы и методика контроля перечисленными способами.

Табл.-1, рис.-4.

УДК 625.731.22:624.131.211:624.138

Предисловие

Строительство автомобильных и железных дорог в горных районах связано, как правило, с необходимостью возводить земляное полотно насыпей из скальных и крупнообломочных грунтов различного состава и генезиса.

При этом обычно, кроме технологических трудностей, связанных с разработкой, отсыпкой, разравниванием и уплотнением скальных грунтов, возникает затруднение в оценке степени их уплотнения, поскольку существующая "Инструкция по определению требуемой плотности и контролю за уплотнением земляного полотна автомобильных дорог" ВСН 55-69 дает указания и рекомендации лишь для грунтов, содержащих крупнообломочный материал в количестве не более 30% по весу.

Выполненные Союздорнии в последние годы полевые и лабораторные исследования, а также анализ отечественного и зарубежного опыта строительства автомобильных дорог позволили разработать настоящие "Методические рекомендации по оценке степени уплотнения насыпей, возведенных из крупнообломочных грунтов".

В работе принимали участие Ленинградский филиал Союздорнии и ЦНИИС. В процессе разработки были апробированы в основном три способа контроля степени уплотнения насыпей: 1) метод пробного динамического нагружения; 2) метод устройства лунок; 3) метод пробной укатки.

В "Методических рекомендациях" изложены основные принципы и методика оценки степени уплотнения крупнообломочных грунтов в зависимости от их соста-

ва и расположения в конструкции насыпи земляного полотна.

"Методические рекомендации" составили кандидаты технических наук Э.М.Добров, И.П.Акишин, М.П.Костельов.

Все замечания и предложения просьба присылать по адресу: 143900, Московская обл., Балашиха-6, Союздорнии.

ДИРЕКТОР СОЮЗДОРНИИ
доктор технических наук профессор

В.В.Михайлов

Общие положения

1. Устойчивость земляного полотна насыпей из крупнообломочных грунтов в основном определяется степенью их уплотнения.

Недостаточное уплотнение крупнообломочных грунтов в период отсыпки насыпей приводит к необходимости выдерживать земляное полотно в течение длительного времени перед устройством конструкции дорожной одежды в виду опасности ее разрушения за счет доуплотнения грунтов после открытия движения транспорта.

Во избежание проявления недопустимых деформаций осадок земляного полотна в процессе его сооружения должен быть обеспечен постоянный полевой контроль за качеством уплотнения крупнообломочных грунтов.

2. Конструкция земляного полотна насыпей из крупнообломочных грунтов в соответствии с требованиями СНиП Ш-Д.5-62(п.3.76) и проведенными в Союздорнии в последние годы исследованиями должна предусматривать сооружение в верхней части насыпи переходного слоя мощностью 1м из грунта, содержащего обломки не крупнее 250 мм в количестве не более 15%.

Учитывая, что минимальная толщина слоя грунта, уплотняемого катками на пневматических шинах, составляет 50 см, крупнообломочный грунт, используемый для сооружения остальной части, не должен содержать обломки крупнее 350мм в количестве не более 15%.

3. При содержании в грунте частиц крупнообломочной фракции (> 2мм) менее 30% его требуемая плотность назначается и ее полевой контроль осуществляется в соответствии с требованиями ВСН 55-69.

4. Требуемая степень уплотнения крупнообломочных грунтов, представленных неводостойкими породами или грунтами особых разновидностей (мергель, опока, мел, трепел и т.п.), назначается с учетом их изоляции от влияния погодно-климатических факторов в соответст-

вии с "Предложениями по использованию грунтов особых разновидностей для возведения земляного полотна автомобильных дорог" (Союздорнии, 1969).

Классификация крупнообломочных грунтов

5. Крупнообломочные грунты относятся к несцемен - тированным обломочным грунтам и представляют со б о й продукты естественного либо искусственного разрушения и смешения исходных сцементированных горных пород различного происхождения.

6. Крупнообломочные грунты по гранулометрическо - му составу следует подразделять (рис.1) на три класса пород, различающихся по своим структурным и прочностным свойствам:

1 к л а с с - грунт бескаркасный, если крупных обломков (> 2мм) содержится менее 10% по весу (глина, суглинок, песок с включениями камней, валунов, гальки и т.п.);

П к л а с с - грунт с несовершенным каркасом, если крупные обломки (> 2мм) составляют 10-65% по весу (каменистая глина, щебенисто-песчаная порода и т.п.);

Ш к л а с с - грунт каркасный, если крупнообломоч - ной фракции (> 2мм) содержится более 65% по весу (валуны с глиной, щебень с суглинками, дресва, галька и т.п.).

7. Крупнообломочные грунты П класса следует под - разделять (см.рис.1) на две категории:

1) связные, если заполнитель (> 2мм)- глинистая или суглинистая порода;

2) сыпучие, если заполнитель (> 2мм) - песчаный грунт.

8. В зависимости от преобладания той или и н о й крупнообломочной фракции в составе скелетного материала крупнообломочные грунты (по п.6) можно разделить на разновидности:

а) грунт дресвяный (при окатанных частицах – гравийный), если вес частиц фракции 2–10мм составляет более 50%;

б) грунт щебенистый (при окатанных частицах – галечниковый), если вес частиц фракции 10–200 мм составляет более 50%;

в) грунт каменистый (при окатанных обломках – валунный), если вес обломков крупнее 200 мм составляет более 50%[x].

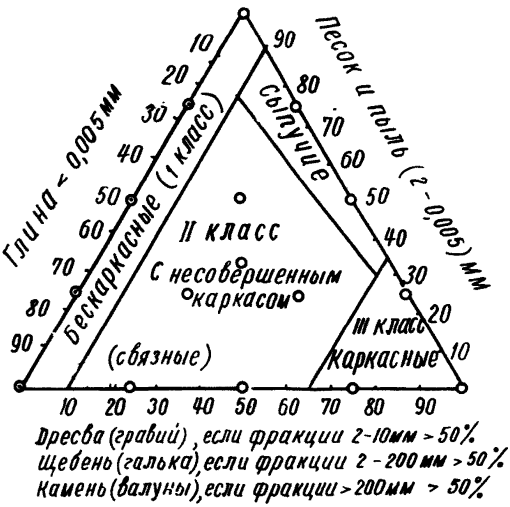


Рис.1. График – треугольник для оценки класса крупнообломочных грунтов по их гранулометрическому составу

9. Свойства грунтов 1 класса в основном определяются свойствами мелкоземной части, в связи с чем к ним применимы обычные методы контроля плотности и методика установления ее требуемой величины.

---

[x] Настоящая классификация крупнообломочных грунтов представляет собой развитие классификации, принятой в СНиП П-Д.5-62 (а также проекте СНиП П-Д.5-70). Как известно, между этой классификацией и предусмотренной СНиП 1-Д.2-70, а также ГОСТ 8268-62 и ГОСТ 8267-64 классификацией гравийных и песчаных материалов как продуктов переработки горных пород имеются некоторые расхождения.

10. Грунты Ш класса представляют собой крупнообломочный грунт, в котором крупные обломки ($>$2мм) в большинстве своем находятся во взаимном контакте и зацеплении. При этом песчано-глинистый заполнитель (мелкозем) не влияет на их физико-механические свойства. Основной особенностью грунтов этого класса следует считать их высокую деформируемость при воздействии динамических нагрузок.

11. Грунты П класса представляют переходную разность между грунтами I и Ш классов. Основной их особенностью следует считать зависимость поведения под нагрузкой как от грубообломочной фракции, так и от свойств мелкоземного заполнителя.

Оценка степени уплотнения грунта

12. При назначении способа оценки степени уплотнения крупнообломочных грунтов следует учитывать:

а) класс грунта по п.6;

б) разновидность грунта по п.8.

13. Степень уплотнения крупнообломочных грунтов П и Ш классов всех разновидностей следует оценивать методом пробного динамического нагружения через жесткий штамп путем сравнения полученной остаточной деформации его осадки с допустимой.

14. Степень уплотнения грунтов П класса дресвяных (или гравийных), а также щебенистых (или галечниковых), до максимального размера частиц 60мм, можно оценивать по объемному весу скелета грунта, отнесенному к максимальной плотности при стандартном уплотнении.

15. При отсутствии штампового оборудования (см.п.13 и п.14) степень уплотнения крупнообломочных грунтов П и Ш классов следует устанавливать методом пробной укатки, регистрируя при этом либо величину осадки поверхности уплотняемого слоя грунта после каждого

прохода уплотняющего механизма, либо объемный вес скелета грунта.

Требуемая степень уплотнения грунта и оборудование

Метод пробного динамического нагружения

16. Степень уплотнения крупнообломочного грунта оценивают по величине осадки штампа диаметром 40–50 см η, полученной при его 20-кратном нагружении динамической нагрузкой интенсивностью 0,5 кгс/см^2, путем сравнения ее с допустимой осадкой $\eta_{доп}$.

17. Допускаемая величина осадки штампа $\eta_{доп}$ зависит от расположения слоя грунта в конструкции насыпи и принимается в первом приближении в соответствии с требованиями таблицы.

Конструктивный элемент насыпи	Допускаемая величина осадки штампа, % от его диаметра
Переходный слой мощностью 1м	0,4
Средняя и нижняя часть	0,6

18. Степень уплотнения крупнообломочного грунта во всех конструктивных элементах насыпи следует считать достаточной, если среднее значение достаточной осадки штампа, полученной по результатам всех пробных многократных динамических нагружений по всему участку, не превосходит соответствующих допускаемых величин $\eta_{доп}$ в соответствии с требованиями п.17.

19. Общее количество пробных штамповых испытаний на участке следует назначать из расчета три испытания на поперечник. При этом расстояния между поперечниками следует назначать не более 100м, а общее количество поперечников на участок должно быть не менее трех.

20. Качество уплотнения крупнообломочного грунта следует считать:

отличным, если полная осадка штампа у 90% всех пробных динамических нагружений по участку не отличается от средней величины более чем на 10%;

хорошим, если полная осадка штампа у 90% всех пробных динамических нагружений по участку не отличается от средней величины более чем на 15%;

удовлетворительным, если полная осадка штампа у 90% всех пробных динамических нагружений по участку не отличается от средней величины более чем на 20%.

21. Оборудование для оценки степени уплотнения крупнообломочных грунтов методом динамического нагружения состоит из нагружающего и контрольно-измерительного устройств (рис.2).

Нагружающее устройство служит для создания многократной динамической нагрузки на поверхности и глубине контролируемого слоя грунта с заданными значениями по величине и времени действия.

Нагружающее устройство состоит из штампа диаметром 40–50см, падающего грунта весом 35–45кг, направляющих штанг и подъемно-сбрасывающего механизма.

Контрольно-измерительное устройство служит для регистрации вертикальной деформации испытываемого грунта в процессе многократного его нагружения.

22. Оборудование применяется следующим образом.

Штамп нагружающего устройства устанавливают на поверхность слоя грунта с помощью быстротвердеющего раствора.

Груз, скользящий по направляющим штангам, поднимается вместе с траверсой до упора, обеспечивающего падение с заданной высоты. Подъем производится с помощью ручного воротка, закрепленного на направляющих штангах. Груз сбрасывается на оголовник штампа, который передает возникающее усилие на испытываемую поверхность.

Конструкция нагружающего устройства позволяет получить необходимую величину и длительность динамического воздействия без применения упругого амортизатора,

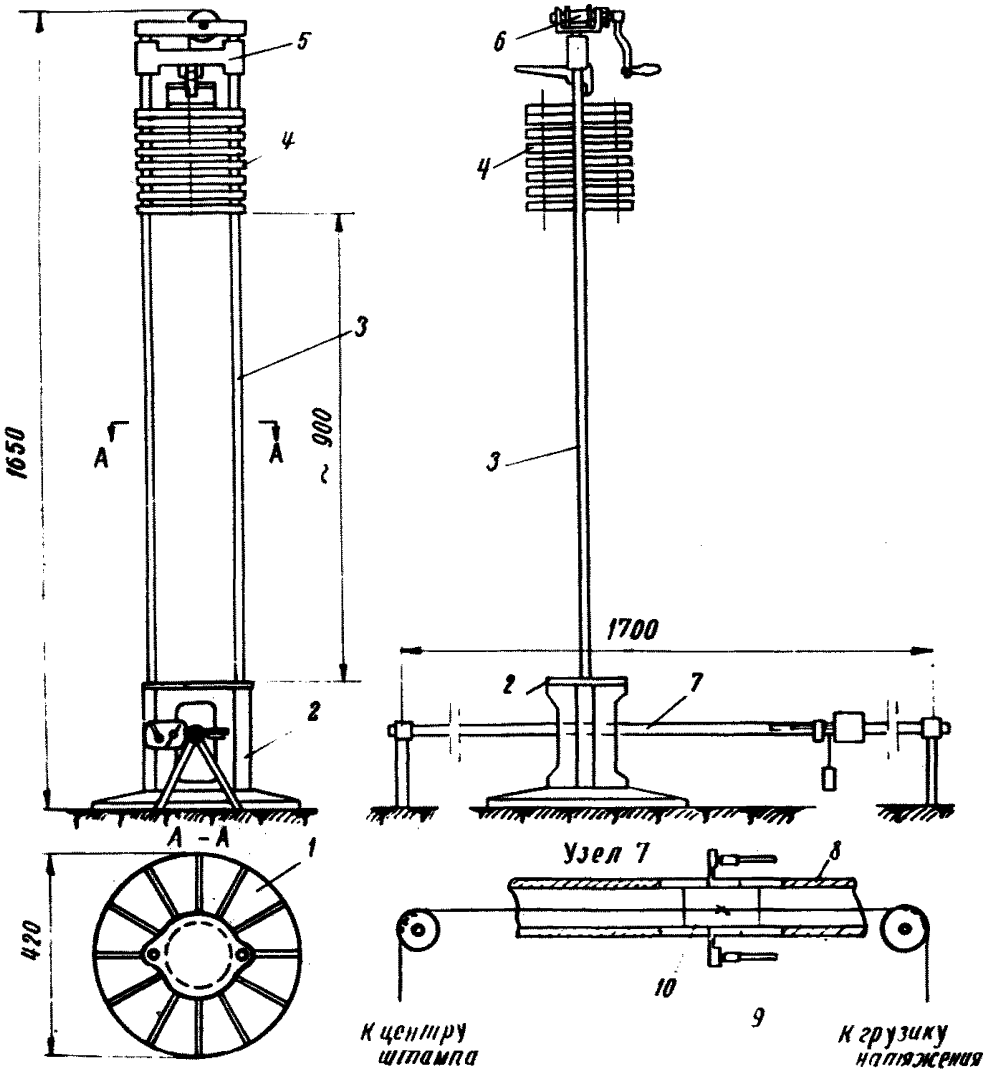


Рис.2. Прибор для оценки степени уплотнения крупнообломочных грунтов методом динамического нагружения:

1-штамп; 2-оголовник; 3-направляющие штанги; 4-падающий груз; 5-траверса со сцепным устройством; 6-вороток; 7-контрольно-измерительное устройство; 8-опорная рейка; 9-регистрирующий прибор; 10-подвижной шток

что способствует более полной передаче энергии удара штампу и практически исключает подскок и повторные удары.

Достигается это за счет того, что падающий груз состоит из отдельных элементов, установленных относительно друг друга с зазором и соединенных между собой с возможностью взаимного перемещения.

Метод лунок

23. Требуемую плотность крупнообломочного грунта $\gamma_к$ назначают по максимальной плотности, устанавливаемой методом стандартного уплотнения, и по заданному коэффициенту уплотнения K.

24. Стандартное уплотнение производится в разборной форме увеличенных, по сравнению с прибором стандартного уплотнения Союздорнии, размеров с таким расчетом, чтобы диаметр цилиндра превышал не менее чем в 4–5 раз размер крупной фракции грунта.

Частицы крупнее 50мм отсеивают и в значения максимальной плотности и оптимальной влажности вводятся поправки через экспериментально найденные коэффициенты, как это делается с обычным грунтом, содержащим частицы крупнее 5мм до 30%.

25. Степень уплотнения грунта методом лунок оценивают с помощью баллонного плотномера, состоящего из собственно баллонного плотномера и устройства для стандартного уплотнения (рис.3 и 4).

Баллонный плотномер предназначен для определения плотности крупнообломочных грунтов по методу замещения вынутого из лунки грунта резиновым баллоном, наполненным жидкостью.

Плотномер представляет собой заполненный жидкостью цилиндр, к нижней части которого крепится резиновый баллон. Внутри цилиндра смонтирован поршень со штоком.

Устройство для стандартного уплотнения служит для определения максимального объемного веса контролируемого грунта и состоит из разборной формы и механизированного уплотнителя.

Конструкция прибора предусматривает осуществление процесса уплотнения за счет механического подъема-сбрасывания гири при сохранении постоянной высоты падения.

26. Для оценки степени уплотнения грунта методом лунок используют также мембранный плотномер.

Плотномер устанавливают на отрытую в теле насыпи лунку и опускают в нее резиновый баллон. Заполнение лунки жидкостью осуществляется за счет перемещения поршня в цилиндре. Объем лунки измеряется по положению градуированного штока поршня. Вес вынутого из лунки грунта определяется взвешиванием на технических весах.

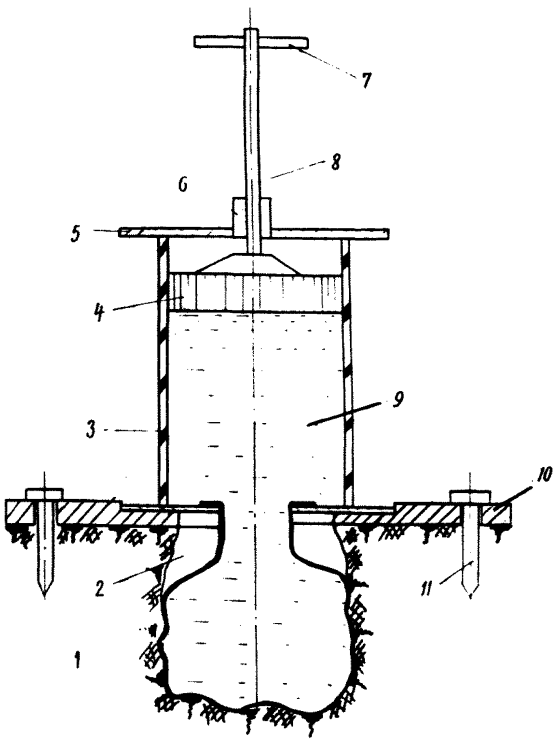


Рис.3. Схема баллонного плотномера: 1-резиновый баллон; 2-лунка грунта; 3-прозрачный цилиндр; 4-поршень; 5-крышка; 6-конус отсчета перемещения поршня; 7-рукоятка; 8-шток поршня (градуированный стержень); 9-жидкость; 10-пластина-кондуктор; 11-крепежные штыри

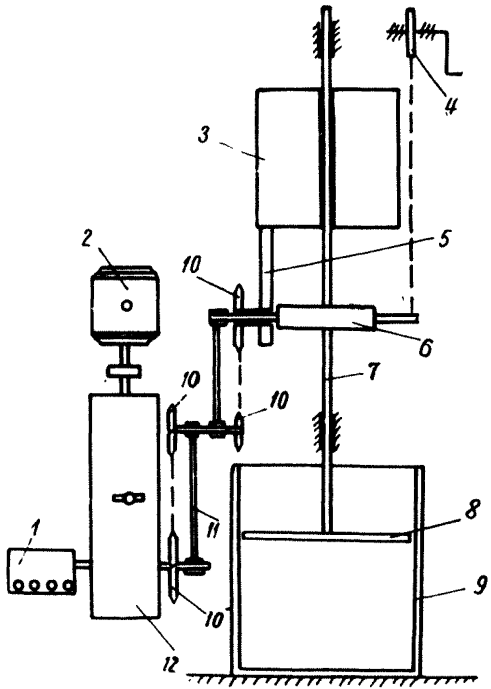


Рис.4. Кинематическая схема механизированного прибора для стандартного уплотнения крупнообломочных грунтов:

1-автоматический счетчик количества ударов СК-1; 2-электродвигатель; 3-падающий груз; 4-трособлочный механизм подъема и опускания штанги вместе с грузом при выполнении подготовительных операций; 5- кулачок подъема и сброса груза; 6-наковальня, выполненная заодно со штангой; 7-направляющая штанга; 8-штамп, закрепленный неподвижно на конце штанги; 9-разборная форма; 10-звездочки цепных передач; 11-тяги-шатуны; 12-червячный редуктор

Метод пробной укатки

27. Степень уплотнения каркасного грунта следует считать достаточной, если полная величина осадки поверхности слоя грунта, накопленная в результате действия уплотняющего механизма, составляет 10–12% его первоначальной мощности для переходного слоя и 8–10% для остальной части насыпи.

28. Для пробной укатки крупнообломочных грунтов могут быть использованы любые тяжелые уплотняющие машины, имеющиеся в распоряжении строительной организации (катки на пневматических шинах, вибрационные катки, трамбующие и вибротрамбующие машины).

29. Пробную укатку выполняют следующим образом. После отсыпки и разравнивания некоторого слоя крупнообломочного грунта нивелируют его поверхность по металлическим маркам или по отдельным обломкам. После этого грунт укатывают уплотняющим механизмом. Нивелирование поверхности осуществляют после каждого прохода машины. Полученные данные обрабатывают и рассчитывают величину полной осадки поверхности слоя грунта.

Число требуемых проходов уплотняющей машины устанавливают из условия достижения требуемой средней осадки поверхности слоя грунта в соответствии с положениями п.27.

В случае, если требуемая величина осадки поверхности не достигается при уплотнении данным механизмом, его заменяют более эффективным.

Ответственный за выпуск В.О.Арутюнян

Редактор В.А.Крылова
Технический редактор Л.А.Буланова
Корректор Р.М.Шпигель

Подписано к печати 19.У-1972г. Формат 60x84/16
Л 100362 Заказ 84-2
Тираж 700
Уч.изд.л. 0,70
Цена 8 коп. Печ.л. 1,00

Ротапринт Союздорнии

gost.e-ecolog.ru