

Полевые деформационные штамповые опыты

¹ИБРАГИМОВ Кудайберген Ибрагимович, к.т.н., доцент, timurelnur@mail.ru,

^{1*}АРТЫКБАЕВ Дархан Жаксылыкович, PhD, зам. декана, artykbaev_d@mail.ru,

²БАЙБОЛОВ Канат Сейтжанович, к.т.н., доцент, первый проректор, kanat-bai@mail.ru,

³НАЗАРОВ Камол Игамбердиевич, PhD, начальник отдела, komil_tps@mail.ru,

¹Южно-Казахстанский университет им. М.О. Ауэзова, Казахстан, 160012, Шымкент, пр. Тауке хана, 5,

²Университет дружбы народов им. академика А. Куатбекова, Казахстан, 160011, Шымкент, ул. Толе би, 32,

³АО «Гидропроект», Узбекистан, 100100, Ташкент, ул. Бобура, 20,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В данной работе представлены результаты полевых штамповых опытов. Для определения деформации для грунтов карьера № 2 и № 4 использовался штамп 35х35 см. В опытах мелкозернистые фракции не менее 5 см составляли от 18 до 25%. Определение сжимаемости камня проводилось под нагрузкой от 0-40 МПа. Нагрузка осуществлялась ступенями по 10, 20, 30, 40 кг/см². Каждую ступень нагрузки выдерживали до стабилизации деформации. Полученные деформационные характеристики приведены в виде графика зависимости между величиной осадки и вертикальной нагрузкой. Кроме того, в работе показано, что с увеличением в составе грунта мелкозема (< 5 мм) уменьшается величина осадки. Так, при нагрузках 4.0 МПа уменьшается величина осадки с 8.6 мм до 6.2 мм при увеличении мелкозема от 5% до 18%. Полевые опыты также показали, что наиболее оптимальное значение мелкозема в составе грунта 18-25%, при котором осадка не будет превышать 6 мм.

Ключевые слова: гранулометрический состав, штамп, гидравлический домкрат, модуль деформации, плотность, осадка штампа, мелкозем, смесь.

Введение

Одним из основных характеристик, определяющих профиль и поперечное сечение грунтовой плотины, являются сопротивление сдвигу и деформируемость гравийно-галечникового грунта.

Многочисленные натурные и специальные опыты показывают сложность механизма деформируемости грунтов. Исследование деформируемых свойств крупнообломочных грунтов является гораздо сложнее, по сравнению с исследованием прочностных характеристик грунтов. Деформативные свойства крупнообломочных грунтов связаны со многими факторами и параметрами грунтов. Система определяющих параметров при исследовании деформативных характеристик практически та же, что и при исследовании прочности. В то же время опыты по изучению и опыты на сжимаемость – это разные виды напряженного состояния. В вопросах прочности наибольшее значение имеет девиатор напряжения, а в компрессионных стабилиметрических испытаниях шаровой тензор, т.е. всестороннее гидростатическое обжатие [1-4].

В связи с проектированием и строительством высоких каменно-земляных плотин, получили широкое развитие всесторонние исследования физико-механических свойств крупнообломочных грунтов в наброске в условиях, когда эти ма-

териалы будут находится под большими нагрузками и испытывать сейсмические воздействия. Исследования проводились в лабораториях и полигонах Гидропроекта, Водгео, ВНИИГ и других институтах.

Несвязные грунты несмотря на их сходство по петрографическому составу, отличаются между собой по величине неоднородности смесей: содержанию в составе грунта максимальной фракции и содержанию мелкозема, поэтому в каждом конкретном случае возникает необходимость экспериментального определения характеристик прочностных, деформативных и их уплотняемости [5-12].

Учитывая опыт разработки карьеров при строительстве Чарвакской, Туполанской плотин, были выбраны граничные кривые с содержанием фракций менее 5 мм $m=5-18\%$ и $m=25\%$ с повышенным содержанием мелкозема менее 5 мм с постоянным коэффициентом неоднородности (рисунок 1).

Деформационные опыты на опытной площадке строительства Пскемской плотины. Проводились по методу статического нагружения на поверхность грунта жестким металлическим штампом размером 35х35 см. Определение сжимаемости камня проводилось под нагрузкой 0-40 кг/см². Нагрузка на грунт осуществлялась через

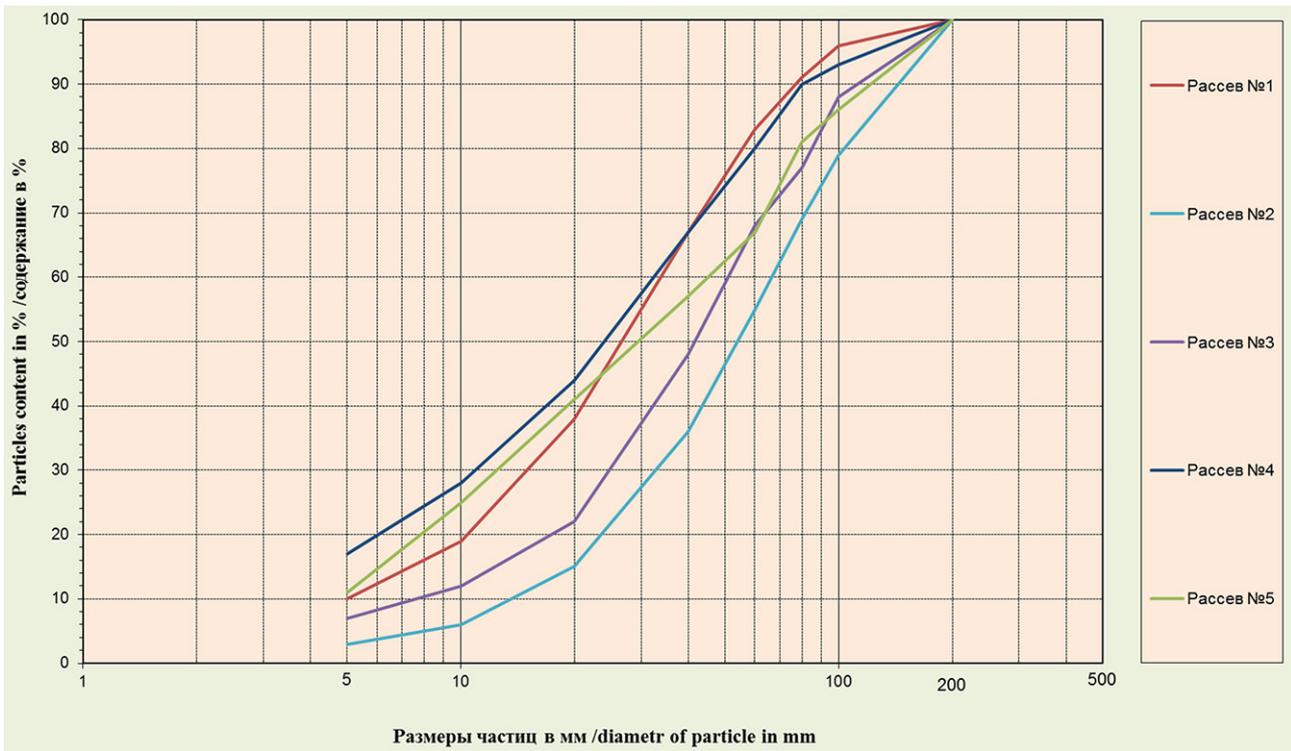


Рисунок 1 – Гранулометрический состав и плотность каменного материала, уложенного в опытную насыпь

металлический штамп ступенями по 10, 20, 30, 40 кг/см². На каждой ступени нагрузку выдерживали до стабилизации деформации, далее увеличивали нагрузку до следующей ступени.

В состав установки для испытания грунта штампом входили:

- штамп размером 35x35 см;
- для создания и измерения нагрузки на штамп использовался гидравлический домкрат ДГ200;
- анкерное устройство (для установок без грузовой платформы);
- устройство для измерения осадок штампа (индикатор часового типа ИЧ-25).

Конструкция установки обеспечивала возможность нагружения штампа ступенями давления по 0.01-0.1 МПа, центрированную передачу нагрузки на штамп, постоянство давления на каждую ступень нагружения. Отчеты по прогибомерам на каждой ступени нагружения проводили при испытании крупнообломочных грунтов и песков через каждые 10 мин в течение первого получаса, 15 мин, в течение второго получаса и далее через 30 мин до условной стабилизации деформации грунта. Все отчеты заносились в полевой журнал [13-16].

По данным испытаний построили график зависимости осадка штампа от давления.

Результаты полученных данных деформационных характеристик приведены на рисунках 2, 3, 4, 5.

Для определения модуля деформации использует линейный участок зависимости осадка штампа от нагрузки. Через опытные точки, нане-

сенные на график (рисунок), проводят методом наименьших квадратов осредняющую прямую, за начальные значения ρ_0 и S_0 принимают удельную нагрузку, равную бытовому давлению, и осадку, соответствующую этой нагрузке. За конечные значения ρ_n и S_n принимают значения ρ и S , соответствующие четвертой точке, если приращение осадки для этой точки не будет в две раза больше, чем для предыдущей ступени нагрузки. В противном случае осредняющая проводится через три точки.

Далее модуль деформации находится из выражения:

$$E = \frac{(1 - V^2)\omega d \Delta P}{\Delta S},$$

где $V=0.30$ – для песков и супесей 0.35 для суглинков, 0.42 для глин, $\omega=0.88$ для квадратного штампа, d – стороны штампа, Δ – приращение осадки штампа, соответствующее ΔP .

Как видно из гранулометрических составов и плотностей каменного материала, уложенного в опытную насыпь, относительные осадки слоя каменного материала в насыпи уменьшаются с увеличением в составе грунта мелкозернистых фракций ($фр < 5$ мм). При нагрузке 4.0 МПа также уменьшаются с 8.6 мм до 6.2 мм при увеличении мелкозема от 5% до 18%. При недостаточном количестве мелкозема пористость горной массы достаточно высокая и деформации материала значительные. Наиболее оптимальное значение мелкозема в составе грунта 18-25%, при котором осадка не будет превышать 6 мм [16-18].

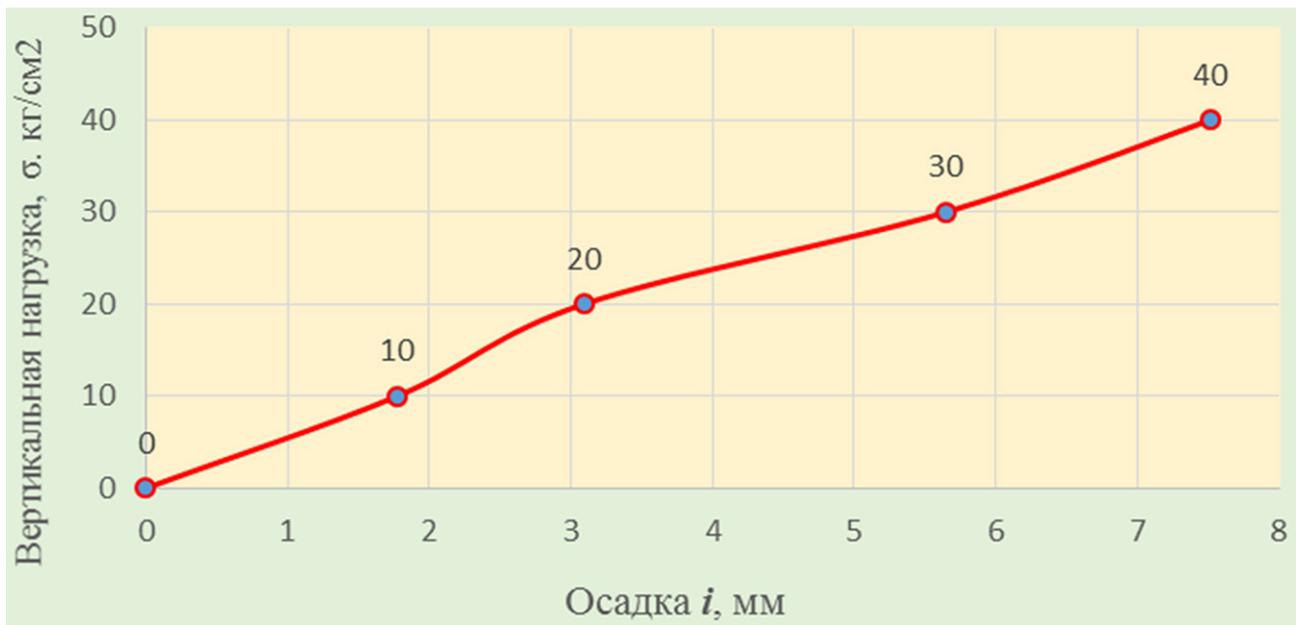


Рисунок 2 – График зависимости вертикальной нагрузки к осадке грунта упорной призмы НБ

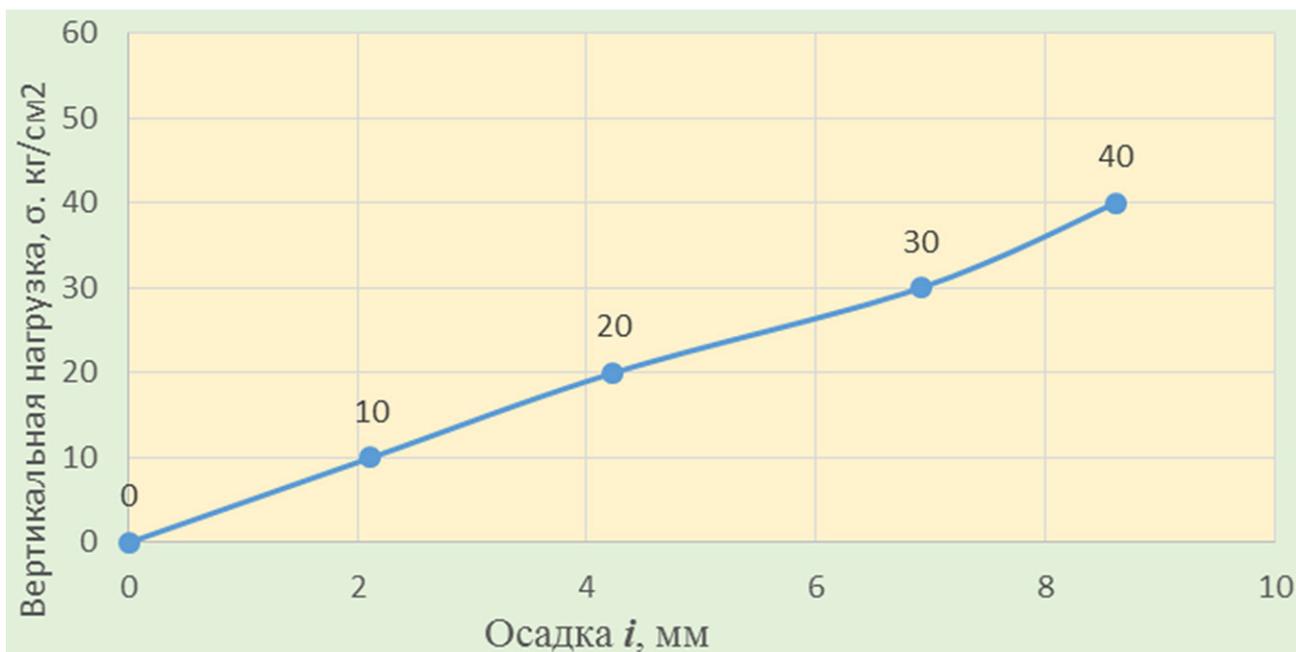


Рисунок 3 – График зависимости вертикальной нагрузки к осадке грунта упорной призмы НБ

Выводы

При разработке каменных карьеров при помощи взрывов предоставляется возможным производить оценку зернового состава получаемого каменного материала при помощи экспериментальных оптимальных кривых.

Одновременно с этим можно судить и об эффективности применяемого способа ведения буровзрывных работ в карьере, обеспечивающей получение каменного материала требуемого зернового состава. Для получения полной информа-

ции по зерновому составу каменного материала следует произвести опытно-экспериментальные взрывные работы, при которых определится способ взрывов для получения требуемых фракций.

По полученным данным наиболее рациональным, обеспечивающим сравнительно высокую плотность, является способ укладки каменного материала слоями толщиной не более 1,0 метра с обязательным смачиванием водой при расходе 150-300 л/м³ и уплотнением вибрирующим механизмом большого радиуса действия.

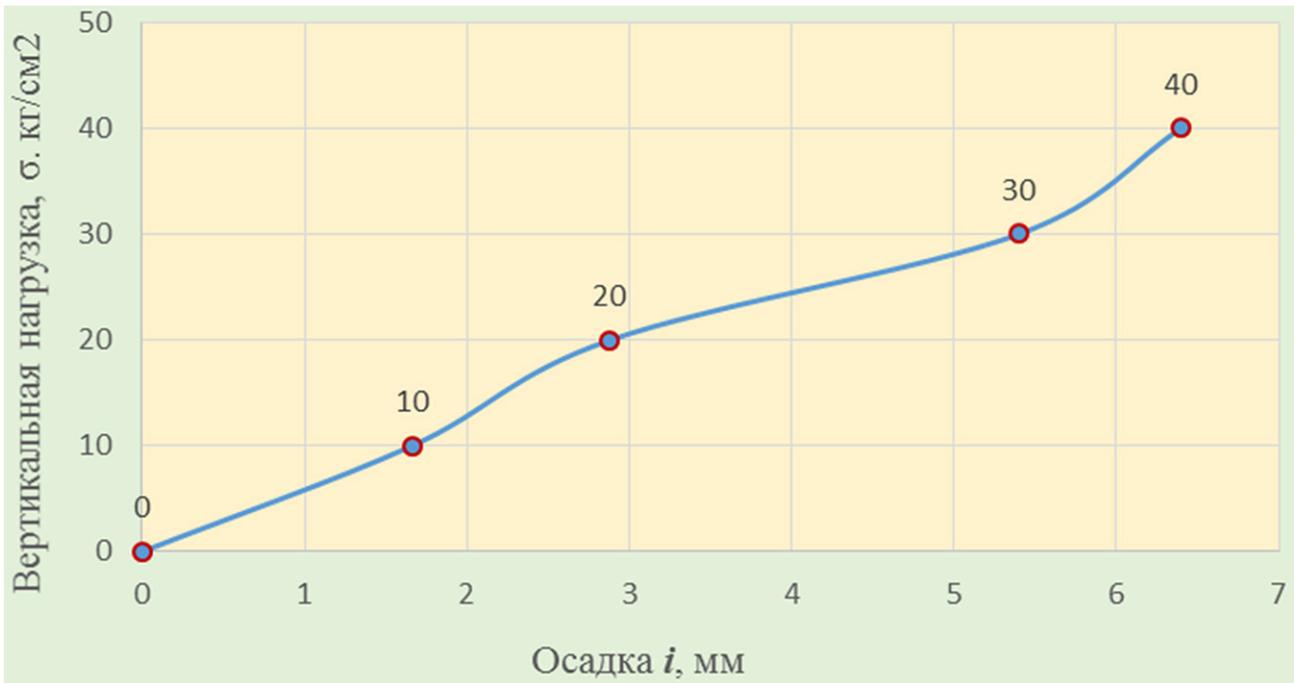


Рисунок 4 – График зависимости вертикальной нагрузки к осадке грунта упорной призмы ВБ

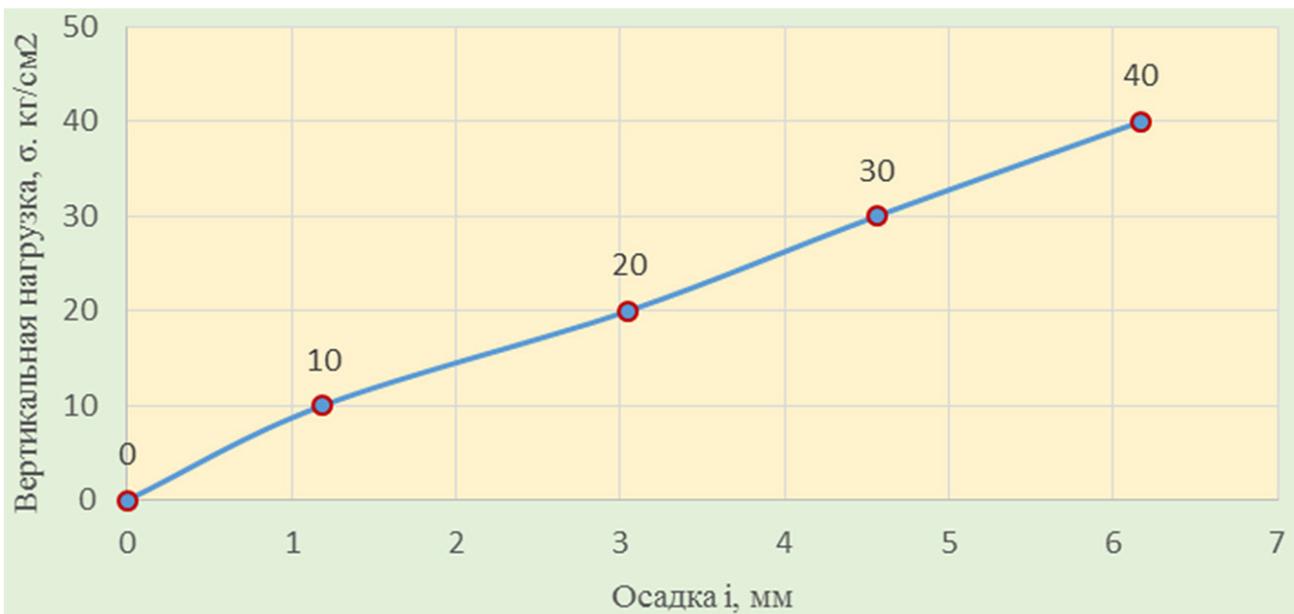


Рисунок 5 – График зависимости вертикальной нагрузки к осадке грунта упорной призмы ВБ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 5180. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
2. П 42-75 / ВНИИГ. Руководство по контролю качества возведения плотин из грунтовых материалов.
3. Казакбаев К.К., Петров Г.Н., Ибрагимов К.И. Строительные свойства крупнообломочных грунтов. Ташкент: Изд-во «Узбекистан», 1978. 170 с.
4. Ибрагимов К.И., Карабаев А.А., Карабаев Н.А. Теоретические основы определения плотности крупнообломочных грунтов // Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и тенденции инновации в современной науке и образовании», посвященной 60-летию профессора Т.А. Турманбетова. 21-27 января 2017г. Туркестан, 2017. 6 с.
5. Ибрагимов К.И., Касымбекова К.Т., Байдилла И.О. Графо-аналитический метод определения плотности крупнообломочных грунтов // Труды научно-практической конференции «Ауезовские чтения – 15: Третья модернизация Казахстана. Новые концепции, современные решения», посвященной 120-летию М.О. Ауезова. Шымкент, 2017.

6. КМК 2.06.01-98 Плотины из грунтовых материалов.
7. Alshibli K.A., Williams H.S. A true triaxial apparatus for soil testing with mixed boundary conditions // Geotechnical testing journal. – 2005. – Vol. 28. – No. 6.
8. Babenko V.A., Voznesensky E.A., Yavlyayev P.A. Engineering geological survey in leave work on the content of retaining structures in landslide slope of highway // Environmental geosciences and engineering survey for territory protection and population safety (EngeoPro-2011) / International conference under the aegis of IAEG, Moscow, Russia, September 6-8, 2011 / Abstracts to proceedings – М.: ИП Киселева Н.В. (IE Kiseleva N.V.) – 2011. – pp. 120-121.
9. Buol S.W., Southard R.J., Graham R.C., McDaniel P.A. Soil genesis and classification. – 6th ed. – USA: Wiley – Blackwell, 2011. – P. 543.
10. Charles W.W. The state-of-the-art centrifuge modelling of geotechnical problems at HKUST // Journal of Zhejiang university SCIENCE A. – 2014. – Vol. 15. – P. 1-21.
11. Kevin S.R., Reddy K.R. True triaxial piping test apparatus for evaluation of piping potential in earth structures // Geotechnical testing journal. – 2010. – Vol. 33. – № 1. – P. 83-96.
12. Kuangmin Wei. Study on collapse behaviors of coarse-grained soils // Periodica Polytechnica, Civil Engineering. – 2012. – Vol. 56. – № 2. – P. 245-252.
13. Sangtarashha K., Fagher A., Pahlevan B. Variation of stiffness of Tehran coarse-grained soil with depth and strain // Deformation Characteristics of Geomaterials. IOS Press. Amsterdam. – 2011. – P. 1007-1015.
14. Shi W.-Ch., J.-G. Zhu, Ch.-f. Chiu, H.-I. Liu. Strength and deformation behaviour of coarsegrained soil by true triaxial test // Journal of Central South University. – 2010 – Vol. 17. – № 5. – P. 1095-1102.
15. Soroush A., Jannatiaghdam R. Behavior of Rockfill Materials in Triaxial Compression Testing. International Journal of Civil Engineering. June 2012, vol. 10, no. 2, pp. 153-183.
16. ГОСТ 12536 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
17. Радченко В.Г., Заирова В.А. Каменно-земляные и каменноабросные плотины. Ленинград: Энергия, 1971.
18. Модернизация Туполангского гидроузла. Компонент № 1. Водохранилище ОАО «Узсувлойдиха». 2012.

Далалық деформациялық штамптау тәжірибелері

¹ИБРАГИМОВ Құдайберген Ибрагимұлы, т.ғ.к., доцент, timurelnur@mail.ru,

^{1*}АРТЫҚБАЕВ Дархан Жақсылықұлы, PhD, декан орынбасары, artykbaev_d@mail.ru,

²БАЙБОЛОВ Қанат Сейтжанұлы, т.ғ.к., доцент, бірінші проректор, kanat-bai@mail.ru,

³НАЗАРОВ Камол Игамбердиевич, PhD, бөлім басшысы, kamil_tps@mail.ru,

¹М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, 160012, Шымкент, Тәуке хан даңғылы, 5,

²Академик Ә. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті, Қазақстан, 160011, Шымкент, Төле би көшесі, 32,

³«Гидропроект» АҚ, Өзбекстан, 100100, Ташкент, Бобур көшесі, 20,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бұл жұмыста далалық штамптау тәжірибелерінің нәтижелері ұсынылды. № 2 және № 4 карьердің топырақтарына деформацияны анықтау үшін 35x35 см штамп қолданылды. Эксперименттерде 5 см-ден аз ұсақ түйіршікті фракциялар 18-ден 25%-ға дейін болды. Тастың сығылуын анықтау 0-40 МПа жүктеме астында жүргізілді. Жүктеме 10, 20, 30, 40 кг/см² қадамдармен жүзеге асырылды. Жүктеменің әр кезеңі деформация тұрақталғанға дейін сақталды. Алынған деформациялық сипаттамалар жауын-шашын мөлшері мен тік жүктеме арасындағы тәуелділік графигі түрінде келтірілген. Сонымен қатар, жұмыста топырақ құрамындағы ұсақ жердің (< 5 мм) ұлғаюымен жауын-шашын мөлшері азаятыны көрсетілген. Сонымен, 4.0 МПа жүктеме кезінде жауын-шашын мөлшері 8.6 мм-ден 6.2 мм-ге дейін азаяды, ал ұсақ жер 5%-дан 18%-ға дейін артады. Далалық тәжірибелер көрсеткендей, топырақ құрамындағы ұсақ жердің ең оңтайлы мәні 18-25% құрайды, онда жауын-шашын 6 мм-ден аспайды.

Кілт сөздер: гранулометриялық құрамы, штамп, гидравликалық домкрат, деформация модулі, тығыздық, шөгү штамп, ұсақ жер, қоспа.

Field Deformation Stamp Experiments

¹IBRAGIMOV Kudaibergen, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, timurelnur@mail.ru,

^{1*}ARTYKBAEV Darkhan, PhD, Deputy Dean, artykbaev_d@mail.ru,

²BAIBOLOV Kanat, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, First Vice-rector, kanat-bai@mail.ru,

³NAZAROV Kamol, PhD, Head of Department, kamil_tps@mail.ru,

¹M.O. Aueзов South Kazakhstan University, Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke Khan Avenue, 5,

²Peoples' Friendship University n.a. academician A. Kuatbekov, Kazakhstan, 160011, Shymkent, Tole bi Street, 32,

³JSC «Hydroproject», Uzbekistan, 100100, Tashkent, Bobur Street, 20,

Abstract. This paper presents the results of field stamp experiments. To determine the deformation for the soils of quarry No. 2 and No. 4, a 35x35 cm stamp was used. In the experiments, fine-grained fractions of those less than 5 cm were from 18 to 25%. The compressibility of the stone was determined under a load of 0-40 MPa. The load was carried out in stages of 10, 20, 30, 40 kg/cm². Each stage of the load was maintained until the deformation was stabilized. The obtained deformation characteristics are shown in the form of a graph of the dependence between the amount of precipitation and the vertical load. In addition, it is shown that with an increase in the composition of the fine-grained soil (< 5 mm), the amount of precipitation decreases. Thus, at loads of 4.0 MPa, the amount of precipitation decreases from 8.6 mm to 6.2 mm with an increase in fine-grained soil from 5% to 18%. Field experiments have also shown that the most optimal value of fine earth in the composition of the soil is 18-25%, at which the sediment will not exceed 6 mm.

Keywords: granulometric composition, stamp, hydraulic jack, deformation modulus, density, stamp sediment, fine earth, mixture.

REFERENCES

1. GOST 5180. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikharakteristik.
2. P 42-75 / VNIIG. Rukovodstvo po kontrolyu kachestva vozvedeniya plotin iz gruntovykh materialov.
3. Kazakbaev K.K., Petrov G.N., Ibragimov K.I. Stroitel'nye svoystva krupnooblomochnykh gruntov. Tashkent: Publ. «Uzbekistan», 1978. 170 p.
4. Ibragimov K.I., Karabaev A.A., Karabaev N.A. Teoreticheskie osnovy opredeleniya plotnosti krupnooblomochnykh gruntov // Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy i tendencii innovacii v sovremennoj nauke i obrazovanii» posvyashchennoj 60-letiyu professora T.A. Turmanbetova. 21-27 yanvarya 2017g. Turkestan, 2017. 6 p.
5. Ibragimov K.I., Kasymbekova K.T., Bajdilla I.O. Grafo-analiticheskij metod opredeleniya plotnosti krupnooblomochnykh gruntov // Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii «Auezovskie chteniya – 15: Tret'ya modernizaciya Kazahstana. Novye koncepcii, sovremennye resheniya», posvyashchennoj 120-letiyu M.O. Auezova. Shymkent, 2017.
6. KMK 2.06.01-98 Plotiny iz gruntovykh materialov.
7. Alshibli K.A., Williams H.S. A true triaxial apparatus for soil testing with mixed boundary conditions // Geotechnical testing journal. – 2005. – Vol. 28. – No. 6.
8. Babenko V.A., Voznesensky E.A., Yavlyayev P.A. Engineering geological survey in leave work on the content of retaining structures in landslide slope of highway // Environmental geosciences and engineering survey for territory protection and population safety (EngeoPro-2011) / International conference under the aegis of IAEG, Moscow, Russia, September 6-8, 2011 / Abstracts to proceedings – Moscow: IP Kiseleva N.V. (IE Kiseleva N.V.) – 2011. – pp. 120-121.
9. Buol S.W., Southard R.J., Graham R.C., McDaniel P.A. Soil genesis and classification. – 6th ed. – USA: Wiley – Blackwell, 2011. – P. 543.
10. Charles W.W. The state-of-the-art centrifuge modelling of geotechnical problems at HKUST // Journal of Zhejiang university SCIENCE A. – 2014. – Vol. 15. – pp. 1-21.
11. Kevin S.R., Reddy K.R. True triaxial piping test apparatus for evaluation of piping potential in earth structures // Geotechnical testing journal. – 2010. – Vol. 33. – No. 1. – pp. 83-96.
12. Kuangmin Wei. Study on collapse behaviors of coarse-grained soils // Periodica Polytechnica, Civil Engineering. – 2012. – Vol. 56. – No. 2. – pp. 245-252.
13. Sangtarashha K., Fakher A., Pahlevan V. Variation of stiffness of Tehran coarse-grained soil with depth and strain // Deformation Characteristics of Geomaterials. IOS Press. Amsterdam. – 2011. – pp. 1007-1015.
14. Shi W.-Ch., J.-G. Zhu, Ch.-f. Chiu, H.-I. Liu. Strength and deformation behaviour of coarsegrained soil by true triaxial test // Journal of Central South University. – 2010 – Vol. 17. – No. 5. – pp. 1095-1102.
15. Soroush A., Jannatiaghdam R. Behavior of Rockfill Materials in Triaxial Compression Testing. International Journal of Civil Engineering. June 2012, vol. 10, no. 2, pp. 153-183.
16. GOST 12536 Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava.
17. Radchenko V.G., Zairova V.A. Kamunno-zemlyanye i kamennonabrosnye plotiny. Leningrad: Energiya, 1971.
18. Modernizaciya Tupolangskogo gidrouzla. Komponent no. 1. Vodohranilishche OAO «Uzsuvlojha». 2012.