

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЁМОВ ГРУНТА, ВОВЛЕКАЕМОГО С РАБОЧИМ ОРГАНОМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Г.Г. Бурый,

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, Россия

Аннотация: В статье рассматривается актуальность определения объемов грунта вовлекаемого в процессе внедрения в него рабочего органа строительной машины. Рассматриваются способы определения объемов и их недостатки. Приводится устройство стенда позволяющего определить объемы вовлекаемого грунта в динамике. Рассматриваются свойства исследуемого грунта. Приводится схема полученных границ объемов вовлекаемого грунта.

Ключевые слова: строительно-дорожная машина, рабочий орган, свойства грунта, объем, моделирование, стенд для исследований, результаты.

Для цитирования: Бурый Г. Г. Исследование объёмов грунта, вовлекаемого с рабочим органом дорожно-строительной машины // Маркшейдерия и недропользование. 2023. №6.С. 29-32. DOI: 10.56195/20793332_2023_6_29_32.

INVESTIGATION OF THE VOLUME OF SOIL INVOLVED WITH THE WORKING BODY OF THE ROAD CONSTRUCTION MACHINE

G.G. Buriy,

The Siberian State Automobile and Highway University (SIBADI), Omsk, Russia

Abstract: The article considers the relevance of determining the volume of soil involved in the process of introducing a working body of a construction machine into it. The methods of determining volumes and their disadvantages are considered. The device of the stand allowing to determine the volumes of the involved soil in dynamics is given. The properties of the studied soil are considered. The scheme of the obtained boundaries of the volumes of the involved soil is given.

Keywords: stand, soil, construction machine, implementation, modeling.

For citation: Buriy G. G. Investigation of the volume of soil involved with the working body of the road construction machine. Surveying and subsoil use. 2023;(6): 29-32.(In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2023_6_29_32.

Строительство зданий, дорог и других инженерных сооружений невозможно представить без строительно-дорожных машин. Они выполняют разные функции, самая распространенная из них — это разработка и перемещение грунта (песок, супесь и суглинков). В процессе разработки грунта рабочий орган строительно-дорожной машины внедряется в него с определенной силой. Чаще всего сила создается гидроприводом и превышает минимальные значения необходимые для внедрения рабочего органа. Это необходимо, потому что точное минимальное значение силы определить очень проблематично. Однако моделируя процесс внедрения рабочего органа в грунт при точном определении всех параметров процесса можно с достаточной точностью определить минимальную силу для внедрения рабочего органа.

Внедрение рабочего органа в грунт сопровождается вовлечением в движение определенных объемов грунта. Данные объемы грунта оказывают сопротивление, которое и требуется преодолеть гидроприводу. Определение объемов грунта, вовлекаемого в движение с рабочим органом, позволит внести найденные значения в модель процесса внедре-

ния рабочего органа в грунт. Это позволит с достаточной точностью определить силы сопротивления внедрению, которые предстоит преодолеть гидроприводу. Снижение требуемой силы гидропривода позволит устанавливать на машины приводы с меньшими характеристиками. Однако процесс определения данных объемов грунта очень затруднителен в виду того, что данный процесс происходит внутри грунтового массива. Ранее исследователи предпринимали попытки по определению данных объемов грунта, однако методы были преимущественно статическими.

В некоторых исследованиях ограничение объемов вовлекаемого грунта осуществлялось углами внутреннего трения грунта по грунту [1-5]. В работах А.Н. Зеленина [6, 7] приводится следующий метод. Искусственно создавалась насыпь путем послойного отсыпания грунта. Поверхность каждого слоя окрашивалась зеленкой с целью дальнейшего обнаружения объемов грунта. Далее перед насыпью на рельсах устанавливалась тележка с закрепленной на ней пластиной. Тележка с пластиной посредством лебедки накатывалась на насыпь. После внедрения пластины в насыпь срезался ее верхний слой для выявления очертаний объемов вовлека-

емого грунта. Однако данный метод не позволяет увидеть изменение объемов вовлекаемого грунта в динамике и дает приближенные зависимости для определения вовлекаемых объемов грунта.

Целью настоящих исследований является определение границ объема тяжелой глины, вовлекаемой в движение с пластиной, имитирующей рабочий орган землеройной машины. Задачей исследования является создание стенда для проведения настоящих исследований.

Методы и материалы исследований

В работе был использован стенд, позволяющий наблюдать за процессом изменения объемов вовлекаемого грунта при внедрении в него рабочего органа машины. В качестве рабочего органа в стенде установлен штамп в виде стальной пластины толщиной 2 мм.

Устройство стенда приведено на *рис. 1*.

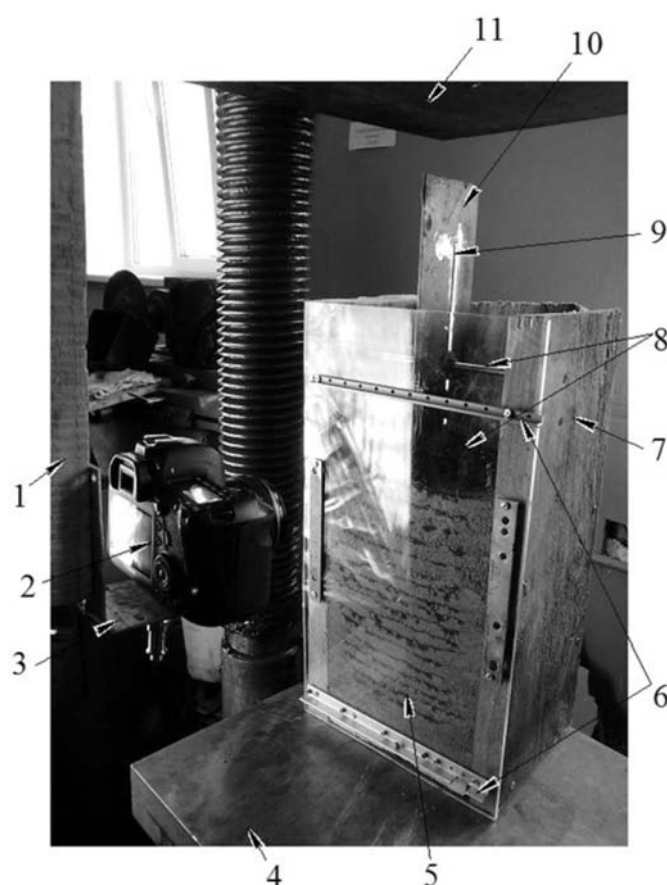


Рис. 1. Стенд:

1 - держатель; 2 - цифровая фотоаппаратура CanonEOS 6D; 3 - крепление; 4, 11 - нижняя и верхняя плиты гидравлического пресса; 5 - наблюдательное окно; 6 - фиксаторы; 7 - каркас; 8 - направляющие; 9 - паз штампа; 10 - штамп /

Fig. 1. Stand:

1 - holder; 2 - CanonEOS 6D digital camera equipment; 3 - mount; 4, 11 - lower and upper plates of the hydraulic press; 5 - observation window; 6 - clamps; 7 - frame; 8 - guides; 9 - stamp groove; 10 - stamp

Работа стенда заключается в следующем. В каркас 7, к которому закреплено наблюдательное окно 5, представляющее собой лист органического стекла, послойно засыпается и уплотняется грунт. В качестве грунта использовалась влажная тяжелая глина. В каркасе 7 выполнены отверстия

для установки направляющих 8, которые представляют собой цилиндрические пруты. Далее на отсыпанный грунт устанавливается штамп 10 таким образом, чтобы в паз 9 выполненный в нем были вставлены направляющие 8. С целью исключения поперечных перемещений штампа 9 на направляющих 8 выполнена резьба и установлены центрирующие шайбы зафиксированные гайками. К верхней плите гидравлического пресса крепится держатель 1, на котором присутствует крепление 3 для установки цифрового фотоаппарата CanonEOS 6D. Фотоаппарат 2 может быть установлен без держателя и крепления на ровной поверхности таким образом, чтобы в объективе была видна область контакта штампа с грунтом. Верхняя плита 11 пресса опускалась до контакта со штампом 10. Далее осуществляется давление от нижней плиты 4 пресса. Таким образом, штамп 10 упирается в верхнюю плиту 11 гидравлического пресса и начинает внедряться в грунт. Траекторию движения штампа 10 задают направляющие 8. Следует также отметить, что отверстия в каркасе 1 и паз 9 должны быть выполнены таким образом, чтобы штамп внедрялся в грунт параллельно наблюдательному окну 5 на расстоянии от него в 1 мм. Такое расстояние необходимо для более четкого определения границ объемов вовлекаемого грунта.

Рассмотрим свойства грунта, используемого в исследованиях. В качестве грунта для исследований использовалась влажная тяжелая глина. Выбор данного вида грунта обусловлен его большим налипанием на рабочий орган землеройной машины. Данный тип грунта был определен в соответствии с классификацией В.В. Охотина [8] просеиванием через сито с отверстиями размером 0,05 мм. Предварительно грунт высушивался до постоянной массы и размельчался в ступке.

Исследование показало 26% частиц размером более 0,05 мм, что говорит о принадлежности испытуемого грунта к тяжелым глинам. Влажность глины, определялась исходя из массы влажного грунта и массы грунта, высушенного до постоянной массы, ее значение составило 17%. Плотность грунта определялась методом режущих колец. Была измерена масса грунта в объеме режущего кольца и по известному внутреннему объему режущего кольца найдена плотность грунта, которая составила 2500 кг/м³ [8].

Результаты исследований

В проведенных исследованиях объемов вовлекаемого грунта была проанализирована видеозапись с фотоаппаратуры, которая позволила установить границы объемов грунта. Границы объемов вовлекаемого грунта представлены на *рис. 2*.

Обсуждение результатов исследований

Следует отметить, что данные границы были составлены исходя из фиксации движения частиц грунта. Как видно из *рис. 2*, толщина грунта, вовлекаемого боковыми поверхностями за счет сил трения грунта по металлу, составила около 4 мм. Начиная от нижней границы штампа грунт перемещался под углом в 15°. У основания ядро перемещаемого грунта скруглено, радиус скругления объема составил 8 мм. Между нижней скругленной частью ядра грунта и верхней частью ядра, направленной под углом, присутствовал промежуточный участок ядра, перемещение которого осуществлялось вертикально. На *рис. 2* показаны более точные размеры всех областей объема вовлекаемого грунта в миллиметрах [9-15].

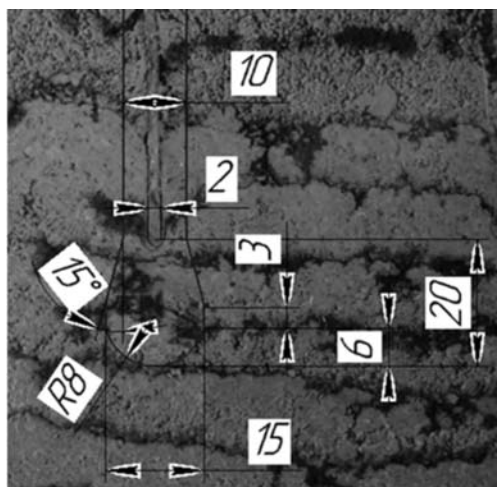


Рис. 2. Объёмы грунта вовлекаемого в движение в процессе разработки /
Fig. 2. Volumes of soil involved in the movement during the development process

Предложения по практическому применению

Данные исследования могут служить для построения зависимостей по определению масс вовлекаемого грунта в процессе внедрения рабочего органа строительной машины. Это позволит путем математического моделирования определить минимальную требуемую силу для внедрения рабочего органа строительной машины. Таким образом, появляется возможность установки на машину привода с меньшими характеристиками.

Заключение

В работе рассмотрена проблема определения объёмов грунта, затрудняющих процесс разработки. Приведены существующие исследования, которые не позволяют наблюдать описанный объём грунта в динамике. Спроектирован и собран стенд для проведения исследований. Проведенные исследования позволили установить границы объёмов, наиболее вязкого грунта, а именно тяжёлой глины, при внедрении в неё штампа толщиной 2 мм. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Баловнев, В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В.И. Баловнев. - М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.
2. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии/ Маслов Н.Н. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая Школа, 1968. - 629 с.
3. Choudhary B.S. Effect of blast induced rock fragmentation and muckpile angle on excavator performance in surface mines//Mining of Mineral Deposits. 2019. Т. 13. №3. С. 119-126.
4. Kujundzic T. Influence of crushed rock properties on the productivity of a hydraulic excavator/ Kujundzic T., Klanfar M., Korman T., Brisevac Z.// Applied Sciences (Switzerland). 2021. Т. 11. №5. С. 1-15.
5. Niskanen I. 4D modeling of soil surface during excavation using a solid-state 2D profilometer mounted on the arm of an excavator/ Niskanen I., Immonen M., Makkonen T., Tyni P., Hiltunen M., Kolli T., Heikkila R., Keranen P., Hallman L., Kostamovaara J., Louhisalmi Y.. 2020. Т. 112. С. 103-112.
6. Зеленин А.Н. Исследование разработки грунта гидравлическими экскаваторами/ Зеленин А.Н., Павлов В.П., Агароник М.Я., Королев А.В., Перлов А.С. // Строительные и дорожные машины. 1976. № 10. С. 9 - 11.
7. Зеленин А.Н. Машины для земляных работ / А.Н. Зеленин, В.И. Баловнев, И.П. Керов. - М.: Машиностроение, 1975. - 423 с.
8. Трофимов В.Т. Грунтоведение/ Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 2005. - 1024 с.
9. Ананин В.Г. Результаты экспериментальных исследований и моделирования рабочего оборудования одноковшового экскаватора/ Ананин В.Г. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1 (38). С. 205-213.
10. Бурый Г.Г. Исследование сил сопротивления резанию на новой конструкции ковша гидравлического экскаватора/ Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф.// Горное оборудование и электромеханика. 2019. №2 (142). С. 46-51.
11. Зеньков С.А. Определение кинематических параметров ковша экскаватора/ Зеньков С.А., Минеев Д.А. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2019. №3. С. 30-33.
12. Кузнецова В.Н. Обеспечение энергоэффективности разработки грунта за счет оптимизации углов позиционирования рабочего оборудования экскаватора/ Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. // Строительные и дорожные машины. 2015. № 3. С. 44 - 47.
13. Кузнецов И.С. Теоретические исследования процесса взаимодействия реза фрезерного рабочего оборудования экскаватора с грунтом/ Кузнецов И.С. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021. Т. 18. №1 (77). С. 42-50.
14. Лукашук О.А. Закономерности формирования режимных параметров главных механизмов карьерного экскаватора в процессе экскавации горных пород/Лукашук О.А. // Горное оборудование и электромеханика. 2019. №3 (143). С. 14-17.
15. Тарасов В.Н., Коваленко М.В. Механика копания грунтов, основанная на теории предельных касательных напряжений/ Тарасов В.Н. // Строительные и дорожные машины. 2003. № 7. С.38 - 43.

REFERENCES

1. Balovnev, V.I. Modeling of interaction processes with the environment of working bodies of road construction machines/V.I. Balovnev. - M.: Higher School, 1981.- 335P.
2. Maslov N.N. Fundamentals of soil mechanics and engineering geology/Maslov N.N. - 2nd ed. reslave. and supplement - M.: Higher School, 1968. - 629 P.
3. Choudhary B.S. Effect of blast induced rock fragmentation and muckpile angle on excavator performance in surface mines//Mining of Mineral Deposits. 2019. Т. 13. №3. P. 119-126.
4. Kujundzic T. Influence of crushed rock properties on the productivity of a hydraulic excavator/ Kujundzic T., Klanfar M., Korman T., Brisevac Z.// Applied Sciences (Switzerland). 2021. Т. 11. №5. P. 1-15.

5. Niskanen I. 4D modeling of soil surface during excavation using a solid-state 2D profilometer mounted on the arm of an excavator/ Niskanen I., Immonen M., Makkonen T., Tyni P., Hiltunen M., Kolli T., Heikkilä R., Keranen P., Hallman L., Kostamovaara J., Louhisalmi Y.. 2020. Т. 112. P. 103-112.
6. Zelenin A.N. Study of soil development by hydraulic excavators/Zelenin A.N., Pavlov V.P., Agaronik M.Ya., Korolev A.V., Perlov A.S.//Construction and road machines. 1976. № 10. P. 9 - 11.
7. Zelenin A.N. Machines for earthworks/A.N. Zelenin, V.I. Balovnev, I.P. Kerov. - M.: Engineering, 1975. - 423 P.
8. Trofimov V.T. Soil Science/Trofimov V.T., Korolev V.A., Voznesensky E.A., Golodkovskaya G.A., Vasilchuk Yu.K., Ziangirov R.S. - 6th ed., converted. and additional - M.: Publishing House of Moscow State University, 2005. - 1024 P.
9. Ananin V. G. Results of experimental research and modeling of working equipment of a single-bucket excavator/Ananin V. G.//Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Construction. 2013. № 1 (38). P. 205-213.
10. Buriy G.G. Study of the forces of resistance to cutting on the new structure of a ladle of a hydraulic excavator/Brown G.G., Poteryaev I.K., Skobelev S.B., Kovalevsky V.F.//Mining equipment and electromechanics. 2019. №2 (142). P. 46-51.
11. Zenkov S.A. Determination of kinematic parameters of the excavator ladle/Zenzov S.A., Mineev D.A.//Transport, mining and construction engineering: science and production. 2019. №3. P. 30-33.
12. Kuznetsova V.N. Ensuring energy efficiency of soil development by optimizing the positioning angles of excavator working equipment/Kuznetsova V.N., Savinkin V.V.//Construction and road machines. 2015. № 3. P. 44 - 47.
13. Kuznetsov I.S. Theoretical studies of the process of interaction of a cutter of milling working equipment of an excavator with soil/Kuznetsov I.S.//Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University. 2021. Т. 18. №1 (77). P. 42-50.
14. Lukashuk O.A. Patterns of formation of regime parameters of the main mechanisms of the quarry excavator in the process of excavation of rocks/Donbass O.A.//Mining equipment and electromechanics. 2019. №3 (143). С. 14-17.
15. Tarasov V.N., Kovalenko M.V. Mechanics of soil digging, based on the theory of limit tangent stresses/Tarasov V.N.//Construction and road machines. 2003. № 7. P. 38 - 43.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бурый Григорий Геннадьевич:

кандидат технических наук,
доцент,
кафедра «Автомобильный транспорт»,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»,
г. Омск, Россия,
e-mail: buryy1989@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Buriy Grigoriy Gennadievich:

Candidate of Technical Sciences,
associate professor,
departments of automobile transport,
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«The Siberian State Automobile and Highway University»,
Omsk, Russia,
e-mail: buryy1989@bk.ru



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет Инженерная академия специальность Геология

Целью обучения является подготовка квалифицированных специалистов в области геологии, способных разрабатывать инновационные методы решения производственных задач в области поиска и разведки месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых.

Во время обучения студенты получают знания, формируют навыки и умения в области анализа современного состояния и актуальных проблем геологической науки, поиска и изучения геологической, геофизической, геохимической информации и космических снимков, применения методов комплексных геолого-геофизических исследований, создания трехмерных геологических моделей, приобретают опыт самостоятельной научно-исследовательской, прикладной и педагогической работы.

Задачи обучения направлены на привитие навыков ориентирования в аналоговых и цифровых геологических данных, формирование представлений о назначении инновационных методов геолого-геофизических исследований и обработки информации, развитие навыков применения инновационных методов прогноза месторождений полезных ископаемых и ориентирования в специализированных программах при эффективном использовании их возможностей.

Контакты: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. Приемная комиссия (Граждане РФ) +7 (495) 433-95-88, +7 (495) 787-38-27 доп.: 1214. E-mail: priem@rudn.ru. КОНТАКТ-ЦЕНТР: +7 (499) 936-87-87. E-mail: information@rudn.ru



WWW.N-GN.RU