



УДК 621.87

РЫСБЕКОВ А.Ш., КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика,
e-mail: ajdarbek-r@mail.ru
RYSBEKOV A.SH., KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫТРАМБОВЫВАНИЯ ГРУНТОВЫХ СВАЙ

DEVICE FOR TAMPING SOIL PILES

Кыргыз Республикасында көптөгөн курулуш иштери жер шартына байланыштуу аткарылат. Алар энергетика, транспорт коммуникациялык, өнөр жай жана турак жай курулуш объектилери. Андай курулуштардын негизги өзөгүнүн көпчүлүгү жер тилкесин бекемдетүүдөн башталып, ресурсту камтуу жагынан башкалардан ашып түшөт. Топуракты ныктоо керектүү жана жооптуу, курула турган объекттин сапатын аныктоочу бирден бир операция болуп эсептелет. Топуракты козгогондон жана анын тебеленгенден кийинки топурактын алгачкы ныктуулугу көбүн эсе турак жай куруу үчүн көтөрүмдүүлүгү жетишсиз. Андыктан топурактын бекем фазадагы бөлүкчөлөрүн салыштырма жакындатыш жана ныктуулугун жогорулатыш үчүн топуракка күчтүк таасир бериш керек. Ныкталган бекем топурактар ар кандай курулуш ишинде сырткы динамикалык жана статикалык таасирлерге туруктуу келет. Мына ушуну менен ныктоонун керектиги түшүндүрүлөт.

Бул макалада биз артыкчылыгы жумушчу органды (ЖО) чыгаруу процессин жеңилдеткен, бийиктен түшкөн жумушчу органдын түзүлүш конструкциясын карайбыз. Ойлоп чыгуу курулуш аймагына тийиштүү жана топурактагы түркүктөрдү ныктоо үчүн каралган.

Өзөк сөздөр: *таптоо, жумушчу орган, топурак, түзүлүш, өндүрүмдүүлүк, энергиясыйымдуулугу, жумуш цикли, түркүк, ныктоо.*

В Кыргызской Республике выполняются большие объемы земляных работ. Это - строительство объектов энергетики, транспортных коммуникаций, промышленные и гражданские строительства. При этом, разработка грунтов являясь важнейшей операцией, по ресурсоемкости превосходит другие. Уплотнение грунтов является важной и ответственной операцией, во многом определяющей качество возводимого объекта строительства. Исходная плотность грунта, приобретенная им после его перемещения и отсыпки под давлением движителей машин, чаще всего недостаточна для возводимых земляных сооружений из-за низкой несущей способности. Поэтому необходимо осуществлять силовое воздействие на грунт для относительного сближения частиц твердой фазы грунта и увеличения плотности. Уплотненные прочные грунты в различных грунтовых сооружениях более устойчивы к внешним динамическим и статическим воздействиям. Этим объясняется необходимость их уплотнения.

В данной статье мы рассмотрим установку с падающим рабочим органом (РО), преимуществом которой является конструкция, намного упрощающий процесс извлечения РО.

Ключевые слова: *уплотнение, рабочее оборудование, грунт, установка, производительность, энергоемкость, цикл работы, свая, вытрамбовывание.*

Huge amounts of earthworks are performed in the Kyrgyz Republic. These are the construction of energy facilities, transport communications, industrial and civil construction. At the same



time, the development of soils being the most important operation surpasses the others resource consumption. Soil compaction is an important and responsible operation, which largely determines the quality of the construction object. The initial density of the soil, acquired by it after its movement and dumping under the pressure of propulsion machines, is often insufficient for erected earthworks due to its low bearing capacity. Therefore, it is necessary to carry out a force action on the ground for the relative convergence of the particles of the solid phase of the soil and increasing the density. Compacted vicious soils in various soil structures are more resistant to external dynamic and static effects. This explains the need to seal them.

In this article, we will consider an installation with a falling working equipment, the advantage of which is a design that greatly simplifies the process of extracting of working equipment. The invention relates to the field of construction and is intended for ramming of soil piles.

Key words: *compaction, working equipment, soil, installation, performance, energy intensity, work cycle, pile, ramming.*

Уплотнение грунтов является важной и ответственной операцией, во многом определяющей качество возводимого объекта строительства. Уплотненные прочные грунты в различных грунтовых сооружениях более устойчивы к внешним динамическим и статическим воздействиям. Этим и объясняется необходимость их уплотнения [1, 2].

Важной задачей является выбор рационального типа оборудования, обеспечивающего проходку РО в различных грунтовых условиях методом уплотнения, который в настоящее время затруднен из-за отсутствия систематизированных сведений, содержащих характеристику эксплуатационных качеств и технико-экономические показатели машин.

Ударный способ уплотнения заключается в сбрасывании РО на поверхность уплотняемого грунта с некоторой высоты. В процессе удара РО о грунт кинетическая энергия движущихся масс расходуется на совершение пластических деформаций и преобразуется в другие виды энергии. Уплотнение грунта происходит вследствие его необратимой деформации. Извлечение РО также сопряжено со значительной потерей времени и требует дополнительных усилий. Необходимо также учитывать не только время, затрачиваемое на извлечение рабочего органа из грунта, но и возможные поломки элементов машины, динамически нагружаемых при попытке рывками извлечь из грунта застрявший рабочий орган.

В данной статье мы рассмотрим установку с падающим РО, преимуществом которой является конструкция, намного упрощающий процесс извлечения РО.

Для решения проблемы была разработана оригинальная установка. До разработки изучались подобные устройства для глубинного трамбования, где были выявлены некоторые недостатки [3,4].

По мере углубления трамбуемого органа в грунт происходит заклинивание его о боковые стенки котлована, что при его подъеме приводит к значительным пиковым нагрузкам привода базовой машины и ограничению глубины котлована, а также к затруднению извлечения передающей плиты со дна уже сформировавшегося котлована. Эти недостатки снижают эффективность работы и производительность устройства при вытрамбовании котлованов в просадочных грунтах.

В этих устройствах при больших глубинах уплотнения извлечение трамбуемого органа требует больших усилий из-за больших боковых поверхностных трений, что снижает эффективность трамбования скважин.

Задачей создания нового устройства является повышение эффективности работы и производительности, сокращение количества циклов работы устройства для трамбовки грунтовых свай.

Устройство для трамбовки грунтовых свай содержит базовую машину 1 (рис.1) со стрелой 2 и направляющей трубой 3, по которой движется возвратно-поступательно

трамбуемый орган 4. Предлагаемое устройство состоит из основной плиты 13, внутри которой устроен механизм вскрытия и закрытия сегментной оболочки 9. При сбрасывании РО сегментная оболочка (СО) будет в «открытом» положении, придавая РО большой объем в размере. При извлечении, благодаря встроенным механизмам СО будет автоматически в «закрытом» положении. Тем самым обеспечивается «пространство» между трамбуемым органом и грунтом, что исключает сопротивление при извлечении РО из скважины.

Устройство работает следующим образом. В процессе вытрамбовывания грунтовых свай, трамбуемый наконечник 3, перемещаясь вертикально вверх и вниз по направляющей 5, при его сбрасывании ударяется о грунт, упругие элементы 4 обеспечивают отжим трамбуемого органа, исключают его заклинивание окружающим грунтом и выталкивают вертикальную направляющую 5, тем самым поднимет подвижное кольцо 6 по центральной направляющей 7 вверх (рис.2). Подвижное кольцо, соответственно привлекая за собой рычажно-шарнирный механизм 8, обеспечивает закрытие сегментной оболочки 9 (обхват вокруг передающей плиты). Чтобы исключить преждевременное закрытие сегментной оболочки при трамбовке, предусмотрено фиксация в подвижном кольце 6 и центральной направляющей 7. При поднятии трамбуемого органа 2, соответственно поднимается хомут 10 и подвижное кольцо 6, влечёт за собой тягу 12 с фиксатором 11 (рис.3). В этом положении фиксатор занимает вертикальное положение. При трамбовке хомут 10 с подвижным кольцом опускается и тяга 12 с фиксатором 11 также опускается. В этом положении фиксатор 11 занимает горизонтальное положение (рис.3), конец которого располагается над подвижным кольцом и тем самым фиксирует ее [10].

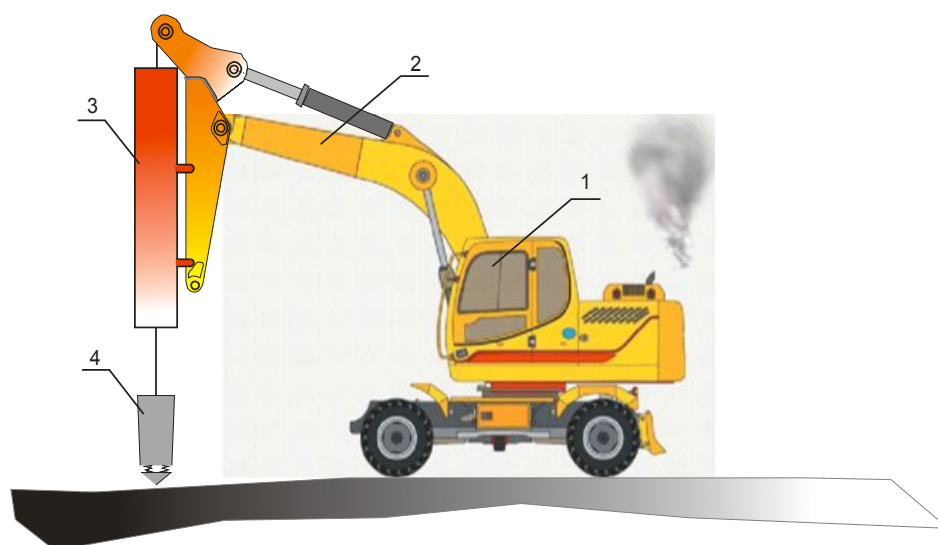


Рис.1 Базовая машина с устройством для вытрамбовывания грунтовых свай: 1-базовая машина; 2 – стрела; 3 – направляющая труба; 4 – трамбуемый орган

Таким образом, использование предлагаемого устройства позволяет повысить производительность за счет сокращения цикла работы и снижения энергоемкости трамбуемого органа, обеспечивая эффективность работы. Предлагаемое РО приемлемо для получения скважин в просадочных грунтах.

Ниже приведем связь силы сопротивления грунта от параметров РО. Площадь поверхности конического наконечника, при известном радиусе r его основания и угла β при вершине определяем следующим образом. В соответствии с данными, элементарная

площадь конуса равна $dS = \frac{2\pi r dr}{\sin\beta}$.

Проинтегрировав это выражение в пределах 0 до r получим окончательно формулу:

$$S^H = \frac{\pi r^2}{\sin\beta} \quad (1)$$

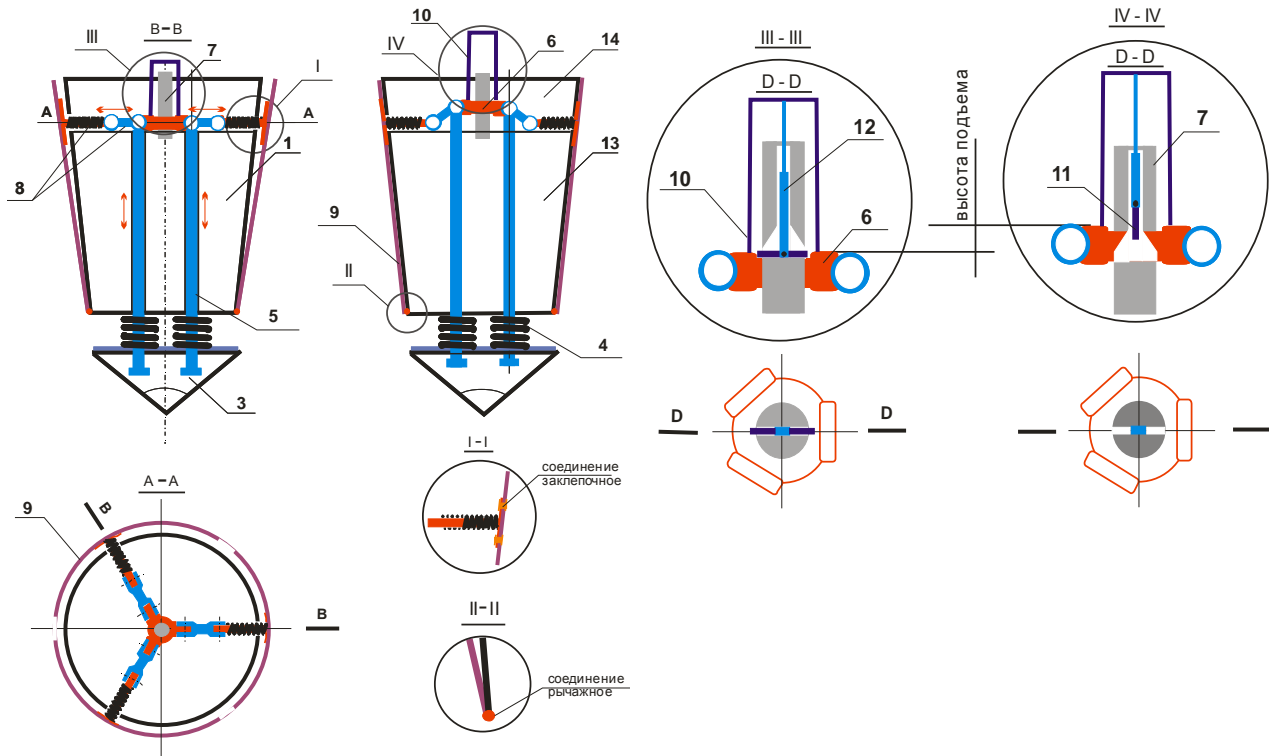


Рис.2 Устройство для вытрамбовывания грунтовых свай

Рис.3 Устройство для фиксации закрытого и открытого положения сегментной оболочки

Полную нормальную реакцию грунта находим по зависимости

$$N^H = \sigma_n S^H = \frac{2\pi(r^2 + r^H)C_1 \cos\varphi}{3\sin\beta \cos(\varphi + \beta)} \quad (2)$$

При внедрении этого элемента в грунт совершается работа по раздвижению грунта в стороны и по преодолению сил трения по боковой поверхности наконечника. Эти два процесса происходят одновременно и взаимосвязаны между собой. Поэтому сопротивление грунта в этом случае складывается из двух составляющих. Это проекции нормальных и касательных сил сопротивления на ось движения, они взаимосвязаны между собой и выражаются формулами

$$P_{вн}^H = N_y^H + F_y^H \quad (3)$$

где

$$N_y = N^H \sin\beta \quad (94) \quad F_y = F^H \cos\beta = N^H \operatorname{tg}\varphi \cos\beta \quad (5)$$

Подставляя (4) и (5) в (3) с учетом формулы (2) получим следующую формулу

$$P_{вн}^H = \frac{2\pi(r^2 + r^H)C_1}{3\sin\beta} \operatorname{tg}(\varphi + \beta) \quad (6)$$

Аналогично определяем силу внедрения корпуса РО в массив грунта



$$P_{\text{вн}}^k = \frac{2\pi C_1 H \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) C_1}{\cos \alpha} (r^{(R+\mu)} + r^\mu \operatorname{tg} \alpha + \frac{H^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{3}) \quad (7)$$

Суммируя выражения в формулах (6) и (7) получим следующую зависимость

$$P_{\text{вн}} = P_{\text{вн}}^H + P_{\text{вн}}^K - G + C_\Sigma h_{\text{сж}} \quad (8)$$

или в обобщенном виде

$$P_{\text{вн}} = \frac{2\pi(r^2 + r^\mu) C_1}{3 \sin \beta} \operatorname{tg}(\varphi + \beta) + \frac{2\pi C_1 H \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) C_1}{\cos \alpha} (r^{(R+\mu)} + r^\mu \operatorname{tg} \alpha + \frac{H^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{3}) - mG + C_\Sigma h_{\text{сж}} \quad (9)$$

где C_Σ – суммарная жесткость пружин между элементами РО уплотняющей машины; $h_{\text{сж}}$ – величина сжатия пружины при внедрении РО в грунт [7].

Список литературы

1. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическим способом [Текст] / А.Н.Зеленин. - М.:1968. – 78 с.
2. Пономаренко Ю.Е. Исследование процесса пробивки конических скважин под набивные сваи [Текст] / Ю.Е.Пономаренко // В Кн. Строительство зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях /// Под.ред. М.Ю. Абелева. – М.: 2009.- с.46-53.
3. Патент А.с.SU№672287, кл. E02D3/04, E01C19/34, 1979
4. Патент А.с. KG№ 1231, кл. E02D3/046, E01C19/34, 2009
5. Кромский Е.И. Новая техника для уплотнения земляного полотна [Текст] / Е.И. Кромский, С.В. Жилияев. // Вестник ЮУрГУ. Серия Машиностроение. - 2016. - Т.16. - №2. - с. 14 -22.
6. Рысбеков А.Ш. Основные методы и оборудования для уплотнения просадочных грунтов [Текст] /А.Ш.Рысбеков // Материалы научно-практической конференции "Билим берүү, тарых жана маданият – өлкөнүн өнүгүүсүнө өбөлгө" 27-28- октябрь Нарын // Вестник НГУ С. Нааматова. – 2016. - № 4. - С. 142-143.
7. Асанов А.А. Математическая модель процесса взаимодействия рабочего органа уплотняющей машины с грунтом [Текст] /А.А.Асанов, А.Ш. Рысбеков // Вестник КГУСТА. – 2016. - № 4 (54). - С.5-9.
8. Н.Я. Кершенбаум. Прокладка горизонтальных и вертикальных скважин ударным способом [Текст] / Н.Я.Кершенбаум, В.И. Минаев. - М.: Недра, 1984.
9. Минаев О.П. Выбор и использование методов уплотнения песчаных оснований и сооружений [Текст] О.П.Минаев // Инженерно-технический журнал. – 2014. - №7. - с. 66 – 73.
10. Пономаренко Ю.Е. Повышение эффективности устройства свайных фундаментов в уплотняемых грунтах [Электронный ресурс] / Ю.Е.Пономаренко Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-ustroistva-svainykh-fundamentov-v-uplotnyaemykh-gruntakh>
11. Патент А.С. KG №2011, кл.С1, 20160087.1, от 31.01.2018