

УДК 699.841

Н. С. Кобелев, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: kobelevns@mail.ru)

В. Н. Кобелев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: kobelevns@mail.ru)

В. Ю. Амелин, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: amelin-46@yandex.ru)

В. И. Данильченко, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: vadim.dkr@mail.ru)

Н. А. Шаталова, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: tgv-ksfa6@yandex.ru)

ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗАБИВНЫХ СВАЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА НА ТЕРРИТОРИИ НАБЕРЕЖНОЙ

Обеспечение прочностных параметров строительных элементов жилых, бытовых и производственных помещений, расположенных на территории набережной, при длительной эксплуатации является определяющим фактором безопасного нахождения населения, особенно при различных климатических изменениях окружающей среды и массовом воздействии прибрежных волн.

Поддержание комфортных условий нормализованного длительного пребывания населения в жилых, бытовых и производственных помещениях в настоящее время осуществляется в соответствии с реализацией городской программы «система жизнеобеспечения» и осуществляется в соответствии с принятием Федерального закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Все это подчеркивает актуальность авторских исследований и предложенных рекомендаций по реализации защищенных патентами Российской Федерации технических решений.

Такие строительные элементы, как забивные сваи, наиболее интенсивно подвержены разрушению из-за нахождения во влажной почве, что способствует коррозионному разрушению материала и периодическому сейсмическому воздействию набегающих волн по периметру набережной.

Как показывает анализ известных аварийных объектов жилищного, общественного и промышленного назначения, снижение стандартных сроков использования забивных свай приводит к преждевременному разрушению зданий и сооружений, что, следовательно, повышает опасность нахождения населения на территории набережной. Особенностью эксплуатации строительных объектов, расположенных на территории набережной, является суммарный эффект, состоящий из сейсмических нагрузок вследствие периодических энергетических ударов набегающих волн и коррозионное разрушение материала забивных свай из-за постоянного контакта с влажной почвой.

Предложены технические решения, которые основаны на теоретических и экспериментальных исследованиях кафедры теплогазоснабжения Юго-Западного государственного университета, с целью обеспечения поддержания нормализованного срока эксплуатации забивных свай в условиях разрушения на территории набережных, новизна которых защищена патентами РФ.

Ключевые слова: эксплуатационная надежность, забивные сваи, прочностные параметры, устойчивость к динамическим нагрузкам.

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-27-33

Ссылка для цитирования: Инновационное решение по поддержанию эксплуатационной надёжности забивных свай строительного объекта на территории набережной / Н. С. Кобелев, В. Н. Кобелев, В. Ю. Амелин, В. И. Данильченко, Н. А. Шаталова // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. Т. 22, № 1(76). С. 27-33.

Решение проблемы поддержания прочностных параметров строительных элементов объектов жилого, бытового и производственного назначения со снижением энергозатрат и обеспечением безопасной

эксплуатации в настоящее время осуществляется в соответствии с реализацией функции города "Жизнеобеспечение" в соответствии с принятием Федерального закона от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ

"Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации." Все это подчеркивает актуальность выполненных авторами исследований и предлагаемых рекомендаций к внедрению защищенных патентами РФ технических решений.

Разработка в условиях безопасной эксплуатации городского хозяйства на основе поддержания нормативных прочностных параметров строительных элементов при длительной эксплуатации зданий и сооружений является объектом исследования многих ученых.

Однако практически отсутствуют технические решения в проанализированных известных научно-исследовательских работах, обеспечивающие поддержание прочностных параметров строительных элементов в специфических условиях эксплуатации зданий и сооружений на территориях набережных [1,2,3,4].

Особенности эксплуатации строительных объектов, расположенных на территории набережной, является суммарное воздействие как сейсмических нагрузок, обусловленных периодически силовыми ударами набегающих волн на грунт по омываемому периметру, так и коррозионное разрушение материала забивных свай из-за постоянного контакта с влажными составляющими почвы. В результате наблюдается интенсивное разрушение забивных свай, что приводит к последующему аварийному состоянию строительных объектов и в конечном итоге к его разрушению [5,6,]. Для поддержания нормированных сроков эксплуатации строительных объектов авторами предложено конструктивное решение [7].

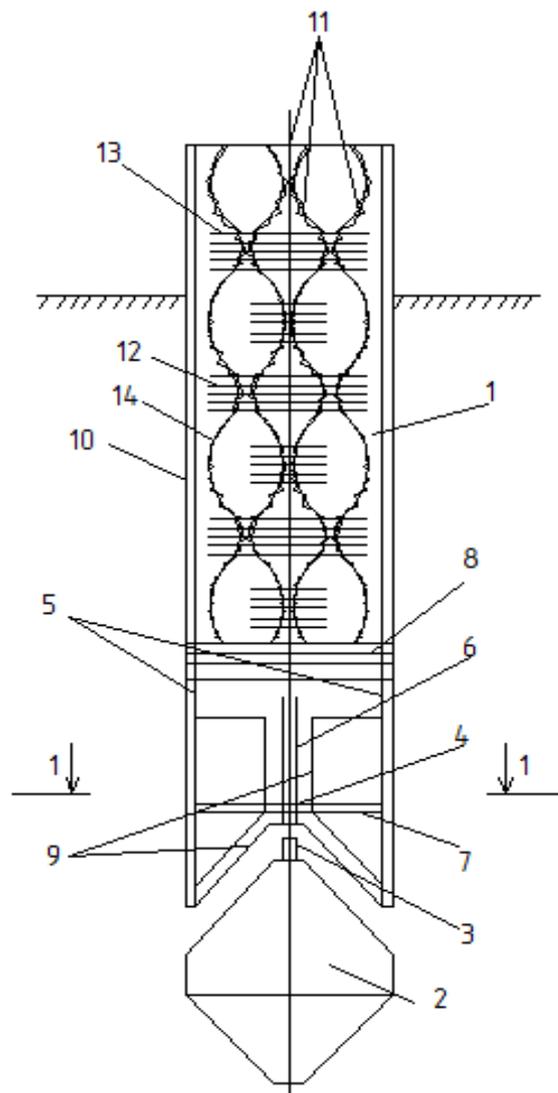


Рис. 1. Продольный разрез сваи в грунте до момента отказа

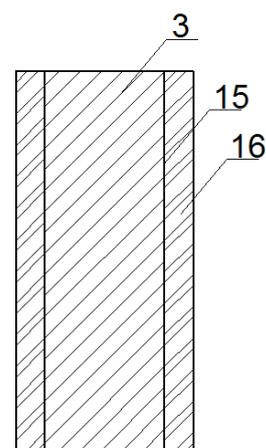


Рис.2. Фиксирующий штырь с наружной поверхностью, покрытой оксидом тантала в виде стеклоподобной нанобразной пленки

Забивная свая (рис. 1) включает полнотелый железобетонный ствол 1 с раздвигающейся нижней частью и размещенным внутри нее клиновидным элементом 2. В верхней части острия клиновидного элемента имеется закладная деталь с приваренными к ней двумя металлическими фиксирующими штырями 3 по концам. Нижняя часть клиновидного элемента имеет форму четырехугольной пирамиды, аналогичной острию типовой железобетонной сваи сплошного сечения, облегчающему забивку сваи в грунт. Нижняя часть ствола сваи по форме повторяет верхнюю часть клиновидного элемента с углом выемки, равным углу клина. Для фиксации ствола сваи относительно элемента и обеспечения их совместной работы при забивке нижняя часть ствола снабжена трубками 4, надеваемыми на фиксирующие штыри 3. Для создания концентрации напряжения в местах будущего разреза нижняя раздвигающаяся часть ствола выполнена с тремя парами треугольных пазов 5 и 6, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Для обеспечения сохранности раздвигающейся нижней части ствола при забивке до момента отказа в месте выемки расположены арматурные сетки косвенного армирования 7. Для предотвращения развития трещин в бетоне в момент разрезания в зоне треугольных пазов расположены сетки косвенного армирования 8 и хомуты 9. На внешней поверхности 10 ствола 1 выполнены количеством не менее четырех криволинейные канавки 11 в виде синусоид, продольно вытянутых от косвенного армирования нижней раздвигающейся части вверх ствола 1. Полости 12 криволинейных канавок 11 являются концентраторами перемещающихся сейсмических колебаний, а места наибольшего сближения попарно расположенных криволинейных

канавок 11 составляют узлы 13, вызывающие образование стоячих волн 14.

Прогрессирующее в настоящие время строительство в заполярье с вечной мерзлотой и на грунтах с повышенной влажностью приводит к наблюдаемому сохранению нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений из-за снижения надежности сваи вследствие коррозионного разрушения её металлических элементов, особенно фиксирующих штырей 3/13 обеспечивающих устойчивость конструкции. В связи с тем, что в начале клиновидный элемент 2 опускают в предварительно подготовленную в грунте с повышенной влажностью лунку, то мелкодисперсная каплеобразная влага насыщенного, окружающего лунку атмосферного воздуха налипают на внутреннюю поверхность трубок 4 и по мере опускания ствола 1 сваи до непосредственного соприкосновения переходят на внешнюю поверхность 15 штырей 3, образуя «пятна гибкости» с последующим коррозионным разрушением материала. В результате покрытия внешней поверхности 15 штырей 3 трубками 4 сконденсирующейся из воздуха окружающей среды и мелкодисперсные частицы жидкости лунки увлажненного грунта в изолированной адиабатной системе без теплообмена с окружающей средой, наблюдается интенсификация коррозионного разрушения металлического фиксирующего штыря 3. Кроме того, если дополнительно осуществлено сейсмическое воздействие на клиновидный элемент 2 с последующим переходом на ствол 1, то фиксирующие штыри 3 вибрация перемещая в трубки 4 вызванной появлением теплоты трения, способствующей возрастанию скорости коррозионного разрушения.

При покрытии наружной поверхности 15 штырей 3 (рис. 2) оксидом тантала в виде стеклоподобной нанообразной пленкой 16, масса влаги, которая скон-

денсировалась из воздуха окружающей среды и мелкодисперсные частицы жидкости из увлажненного грунта не накапливаются на наружную поверхность 15 штырей 3, а при вхождении штырей 3 в трубки 4, скользят по стеклоподобной нанообразной пленке [8] и выбрасываются в окружающую среду. В результате не осуществляется коррозионного разрушения материала фиксирующих штырей 3 и сваи обеспечивают нормированные сроки эксплуатации зданий и сооружений в условиях размещения увлажненного грунта с сейсмическими воздействиями.

При наличии механического воздействия со сторон грунта, например при землетрясении, сейсмические волны перемещаются по внешней поверхности 10 ствола 1 забивной сваи к контактирующим с ней элементам здания и сооружения. В результате забивная свая со зданием или сооружением разрушаются. При выполнении криволинейных канавок 11 в виде синусоид, продольно вытянутых по внешней поверхности 10 ствола 1, сейсмические волны перемещаются от косвенного армирования 8 раздвигающейся нижней части снизу вверх, преимущественно концентрируясь в полостях 12, как выемках железобетонных свай из-за перераспределения напряжений, обусловленных уменьшениям поперечного сечения конструкции [9]. Расположение криволинейных канавок 11 на внешней поверхности 10 ствола 1 в виде продольно вытянутых синусоид приводит к наличию участков наибольшего их сближения для попарно находящихся рядом полостей 12 с концентрированными сейсмическими волнами, то есть создаются узлы 13, вызывающие образование стоячих волн, перпендикулярно распространяющихся с одинаковой частотой под действием вибрации [10].

В результате того, что на пути продольно перемещающихся сейсмических

волн снизу вверх по внешней поверхности 10 ствола 1 находятся узлы 13, способствующие образованию стоячих поперечных волн, наблюдается частичное гашение вибрационных воздействий на забивную сваю и соответственно на контактирующие с ней элементы здания и сооружения в виде фундамента или опор. При размещении забивной сваи клиновидный элемент 2 опускают в предварительно подготовленную в грунте лунку так, чтобы вся нижняя часть его погрузилась. На острие элемента опускают ствол 1 сваи до их непосредственного соприкосновения, при этом фиксирующие штыри 3 входят в трубки 4. Затем производится забивка сваи ударным механизмом в соответствии с типовой технологической картой на забивку сборных железобетонных свай квадратного или прямоугольного сечения. После получения отказа фиксируется положение сваи относительно уровня земли и от этого уровня на свае откладывается вверх расстояние "1", учитывающее необходимый угол раздвижения нижней части сваи. Благодаря увеличению ударной нагрузки поперечные сетки 7 не выдержат концентрации напряжения, что приведет к их разрыву. Это немедленно повлечет за собой образование трещин в вертикальных 6 и горизонтальных 5 пазах. Благодаря наличию поперечных сеток 8 и хомутов 9 трещины будут раздвигаться только в пределах пазов. Под воздействием нагрузки нижняя часть ствола будет раздвигаться, образуя две лопасти, стремящиеся к переходу от вертикального положения к горизонтальному. Окончательное положение, которое займут лопасти, будет зависеть от величины "1" погружения сваи в грунт при забивке сверх отказа.

Оригинальность предлагаемого технического решения заключается в том, что покрытие нагруженной поверхности

фиксирующих штырей оксидом тантала в виде стеклообразной наноподобной пленки устраняет интенсификацию коррозионного разрушения металлического элемента сваи, что сохраняет её устойчивое положение даже при размещении в увлажненном грунте и сейсмических воздействиях, а это обеспечивает поддержание нормируемых сроков эксплуатации зданий и сооружений [11,12,13].

Выводы

Анализ известных аварийных ситуаций разрушения жилых общественных и производственных объектов строительства при длительной эксплуатации на территории набережных определил, что одной из основных причин является не обеспечение нормативных сроков прочностных параметров забивных скважин.

Определено, что специфика эксплуатации забивных свай включает суммарное воздействие периодических сейсмических воздействий, характеризующихся частотой набегания волн по периметру побережья набережной и постоянного контакта с влажными составляющими грунта, что интенсифицирует разрушение материала строительного элемента.

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны технические решения, обеспечивающие поддержание нормированных сроков эксплуатации забивных скважин в грунтах набережных. Новизна конструктивных разработок защищена патентами Российской Федерации.

Список литературы

1. Технический регламент безопасности зданий и сооружений: Фед. Закон от 30 декабря 2009 г. №384. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

2. Особенность безопасного обследования оснований существующих зданий и

сооружений // Технология гражданской безопасности. 2015 Т.12, №2 (44). С. 64-69.

3. Шитов Д.В., Шитова Т.В. Особенности обследования несущих конструкций реконструируемых зданий и сооружений // Современная наука и инновации. 2014. №4 (8). С. 72-77.

4. Минкин М.А., Потапова О.А. Особенности обустройства северных нефтяных и газовых месторождений России и основания и фундаменты зданий и сооружений объектов обустройства // Вестник МГСУ. 2006. №1. С. 180-187.

5. Шамаев А.С., Шумилова В.В. О спектре однородных колебаний в периодической комбинированной слоистой среде // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. №4 (4). С. 1882-1885.

6. Дроздов В.В., Пшеничникова В.А., Евтушенко С.Н. Инженерная методика оценки сейсмостойкой надежности зданий по предельно допустимому риску // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая. 2013. №2 (27). Ст. 10.

7. Кобелев Н.С., Амелин В.Ю. Трехслойная сейсмостойкая ресурсосберегающая панель // Известия Юго-Западного государственного университета. 2016. №1 (64). С. 106-109.

8. Литвинова В.А., Саврук Е.Н., Наноразмерные пленки оксида тантала полученные ионно-плазменным методом // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве, растениеводстве и экономике: сборник трудов региональной научно-практической конференции. Томск: ТСХИ НГАУ, 2010. Вып. 12. С. 299-301.

9. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. Самара, 2002. С. 369.

10. Ландау Л.О., Лившиц Е.М. Теоретическая физика. М.: Наука, 1986. 836 с.

11. Пат. №2621240, Российская Федерация, МПК Е 04В2184 Трехслойная ре-

сурсосберегающая железобетонная панель / Кобелев Н.С., Емельянов С.Г, Кобелев В.Н., заявитель и патентообладатель Юго-Западный государственный университет, №2009114608/22, 17.04.2009, опубл. 20.10.2009, Бюл.№29

12. Патент 256 8462 Российская Федерация, МПК Е 04 Д 5/54. Забивная сейсмостойкая свая / Н.С. Кобелев, С.Г. Емельянов, В.Н. Кобелев, заявитель и патентообладатель Юго-Западный государственный

университет №2014135691; заявка 03.09.2014; опубл. 20.11.2015. Бюл №32.

13. Патент 2630463 Российская Федерация МПК Е 04Д5/34, Забивная антикоррозийная сейсмостойкая свая/ Н.С. Кобелев, С.Г. Емельянов, В.Н. Кобелев, заявитель и патентообладатель Юго-Западный государственный университет. №2016 143 752, заявл. 21.05.2016, опубл. 08.04.2017, Бюл. №15.

Поступила в редакцию 05.12.17

UDC 699.841

N. S.Kobelev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: kobelevns@mail.ru)

V. N.Kobelev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: kobelevns@mail.ru)

V.Y.Amelin, Post-Graduate Student, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: amelin-46@yandex.ru)

V.I.Danilchenko, Post-Graduate Student, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: vadim.dkr@mail.ru)

N.A.Shatalova, Post-Graduate Student, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: tgv-ksfa6@yandex.ru)

INNOVATIVE SOLUTION FOR THE MAINTENANCE OF OPERATING RELIABILITY OF DRIVEN PILES OF A BUILDING IN THE QUAY AREA

Ensuring strength parameters of building elements of residential, domestic and industrial premises, located on the territory of the embankment in continuous operation is a fundamental factor in the sustenance of the population, especially in changing climatic effects of the environment and a massive impact of coastal waves.

Maintaining comfortable conditions normalized long stay population in the residential, domestic, and industrial purposes with reduced power consumption and ensuring safe operation, currently carried out in accordance with the implementation of the city's "life support" and is performed in accordance with the adoption of the Federal law of 23 November 2009 "No. 261-FZ. On energy saving and increasing energy efficiency and introducing amendments to certain legislative acts of the Russian Federation." All this underlines the relevance of the authors research and proposed recommendations for implementation are protected by patents of the Russian Federation of technical solutions.

Such construction elements such as driven piles are the most intensively exposed to destruction because of being in wet soil, which contributes to the corrosive destruction of the material and periodic seismic effects beginning with the waves at the perimeter of the coast promenade.

As shown by the analysis of known emergency residential, public and industrial construction projects, the decline in the standard terms of use driven piles leads to premature destruction of buildings and constructions, which consequently increases the danger of finding the population on the territory of the embankment. A feature of the exploitation of construction objects located on the territory of the embankment is the sum of the effect as the seismic loads due to the periodic power strokes of the rolling waves on the ground bordering the perimeter, and the corrosive destruction of the material driven piles due to constant contact with wet soil components.

The proposed technical solutions, which are based on theoretical and experimental studies of the Department of teplogazosnabzhenie southwestern state University to ensure the maintenance of normalized operating life of driven piles in terms of destruction in the territory of the embankments, the novelty of which is protected by patents of the Russian Federation.

Key words: operational reliability, driven piles, embankments, providing strength parameters, resistance to dynamic loads.

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-27-33

For citation: Kobelev N. S., Kobelev V. N., Amelin V.Y., Danilchenko V.I., Shatalova N.A. Innovative Solution for the Maintenance of Operating Reliability of Driven Piles of a Building in the Quay Area. Proceedings of the Southwest State University, 2018, vol. 22, no. 1(76), pp. 27-33 (in Russ.).

Reference

1. Tehnicheskij reglament bezopasnosti zdanij i sooruzhenij: Fed. Zakon ot 30 dekabrya 2009 g. №384. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus».

2. Osobennost' bezopasnogo obsledovaniya osnovanij sushhestvujushhijh zdanij i sooruzhenij. Tehnologija grazhdanskoj bezopasnosti, 2015, vol.12, no.2 (44), pp. 64-69.

3. Shitov D.V., Shitova T.V. Osobennosti obsledovaniya nesushhijh konstrukcij rekonstruiruemijh zdanij i sooruzhenij. Sovremennaja nauka i innovacii, 2014, no.4 (8), pp. 72-77.

4. Minkin M.A., Potapova O.A. Osobennosti obustrojstva severnyh neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij Rossii i osnovaniya i fundamenty zdanij i sooruzhenij ob#ektov obustrojstva. Vestnik MGSU, 2006, no.1, pp. 180-187.

5. Shamaev A.S., Shumilova V.V. O spektre odnorodnyh kolebanij v periodicheskoj kombinirovannoj sloistoj srede. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2011, no.4 (4), pp. 1882-1885.

6. Drozdov V.V., Pshenichnikova V.A., Evtushenko S.N. Inzhenernaja metodika ocenki sejsmostojkoj nadezhnosti zdanij po predel'no dopustimomu risku. Internet-vestnik VolgGASU. Ser. Politematicheskaja, 2013, no.2 (27), st. 10.

7. Kobelev N.S., Amelin V.Ju. Treh-slojnaja sejsmostojkaja resursosberegajushhaja panel'. Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta, 2016, no.1 (64), pp. 106-109.

8. Litvinova V.A., Savruk E.N., Nanorazmernye plenki oksida tantala poluchennye ionno-plazmennym metodom. Sbornik trudov regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Sovremennye problemy i dostizhenija ag-rarnoj nauki v zhivotnovodstve, rasteni-evodstve i jekonomike. Tomsk, 2010, vyp. 12, pp. 299-301.

9. Merkulov A.P. Vihrevoj jeffekt i ego primenenie v tehnike. Samara, 2002, pp. 369.

10. Landau L.O., Livshic E.M. Teoreticheskaja fizika. Moscow, Nauka Publ., 1986, 836 p.

11. Pat. №2621240, Rossijskaja Federacija, MPK E 04V2184 Treh-slojnaja resursosberegajushhaja zhelezobonnaja panel' / Kobelev N.S., Emel'janov S.G, Kobelev V.N., zajavkitel' i patentooblada-tel' Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, №2009114608/22, 17.04.2009, opubl. 20.10.2009, Bjul.№29.

12. Patent 256 8462 Rossijskaja Federacija, MPK E 04 D 5/54. Zabivnaja sejsmostojkaja svaja / N.S. Kobelev, S.G. Emel'janov, V.N. Kobelev, zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet №2014135691; za-javka 03.09.2014; opubl. 20.11.2015. Bjul №32

13. Patent 2630463 Rossijskaja Federacija MPK E 04D5/34, Zabivnaja anti-korroziijnaja sejsmostojkaja svaja/ N.S. Kobelev, S.G. Emel'janov, V.N. Kobelev, zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet. №2016 143 752, zajavl. 21.05.2016, opubl. 08.04.2017, Bjul. №15.