

The new ring rammers providing two- and three-stage increasing of dynamic contact stresses in the soil and allowing increase the depth of seal by 15–20% with one-time reduction in energy consumption by 14% were developed to improve the efficiency soil sealing.

УДК 624.155.33.001.572

Юськович Г.И., Юськович В.И., Пчелин В.Н., Лешкевич Н.В.

## ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ МОДЕЛЕЙ СВАЙ С ОБМАЗКАМИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОАО «ЖАБИНКОВСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД»

В проведенных экспериментальных исследованиях использовались для приготовления обмазочных составов отходы производства сахара ОАО «Жабинковский сахарный завод»: фильтрационный осадок (далее дефекат) и отходы в виде извести с примесями мусора, которые складываются на прилегающей к заводу территории. Следует отметить, что эти отходы частично используются для подщелачивания осветленных промывочных вод.

Пробы для проведения экспериментов, отобранные на территории их складирования, можно характеризовать как известьсодержащий материал, находящийся в плотном состоянии и содержащий (23...32)% твердых включений с размером частиц более 2,5 мм. Влажность составляет (58...73)%, активность (содержание СаО+МgО) – 18...26%. При добавлении воды материал легко переходит в пастообразное состояние.

Дефекат представляет собой мелкодисперсный материал, в состав которого входит углекислый кальций, углекислый магний, а также азот (0,2...0,4)% N, фосфор (0,3...0,5)% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, калий (0,3...0,5)% K<sub>2</sub>O. При затворении дефеката водой образуется липкая тестообразная масса. Фильтрационный осадок вырабатывается по технологическому регламенту сахарного производства и должен соответствовать требованиям [1].

Исследования проводились на деревянных сваях-моделях, имитирующих традиционные сваи с размерами 6000х300х300 мм и углом заострения (углом сбегу граней наконечника) 45°. Длина моделей была принята равной 1000 мм, размеры поперечного сечения – 50х50 мм, угол заострения наконечника – 45°. В центре торцевой части оголовка сваи предусмотрено отверстие Ø12 мм и длиной 50 мм для установки металлического стержня Ø10 мм, служащего в качестве направляющей при падении ударного груза.

Забивка моделей осуществлялась с помощью свободно падающего груза цилиндрической формы массой 2,5 кг, скользящего по направляющей металлической штанге длиной 1800 мм, зафиксированной в осевом отверстии сваи. Модели свай погружались в грунт на глубину 800 мм. Соотношение масс ударного груза и моделей свай находилось в пределах 1:(1,58...1,60).

Сущность методики проводимых опытов заключалась в замере числа ударов и определении энергозатрат на погружение моделей свай с применением и без применения обмазочных составов. Высота падения груза была принята равной 1 м. Число ударов груза подсчитывалось на каждые 100 мм погружения свай в грунт, а на последних 100 мм – на каждые 10 мм, для чего выполнялась разметка на боковой поверхности модели. Сваи забивались рядом друг с другом на расстоянии не менее шести размеров стороны поперечного сечения ствола, то есть не менее 0,3 м для исключения влияния напряжений в грунте, возникающих при забивке. В опытах фактическое расстояние между погружаемыми моделями принималось равным 0,3...0,35 м.

Эксперименты проводились в полевых условиях на площадках, расположенных за пределами территории УО БрГТУ. Грунты на экспериментальных площадках были представлены глиной мягкопластичной консистенции и песками разной крупности.

В грунт погружались сваи-модели с применением и без приме-

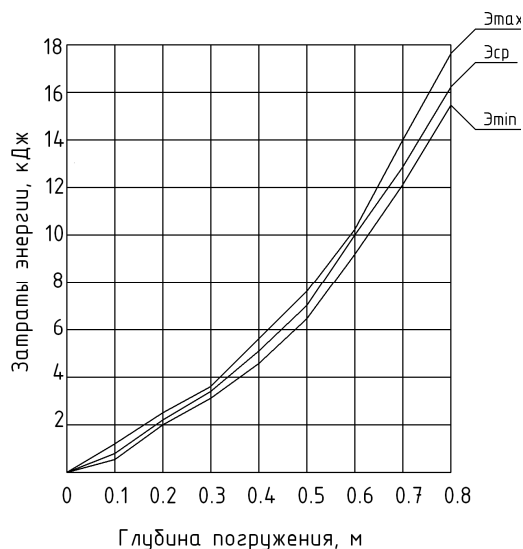
нения обмазывающих составов. В качестве обмазок использовались водные эмульсии отходов сахарного производства ОАО «Жабинковский сахарный завод». Обмазочные составы готовились путем перемешивания с водой порошкообразных известьсодержащего материала или дефеката в соотношении 1:0,25 (25%) и 1:0,5 (50%) и имели жидкую консистенцию. К стволу моделей свай обмазки подавались путем их подлива к боковой поверхности в процессе забивки. Число параллельных опытов, проведенных в одинаковых условиях, принималось равным 8. Для каждой серии параллельных опытов определялось среднее арифметическое значение числа ударов груза.

Для проведения опытов на экспериментальной площадке устанавливались участки с однородными грунтами. С этой целью разрабатывались шурфы глубиной около 1 м и оценивались вид и состояние грунта. В точке погружения каждой модели устраивался приямок глубиной до 100 мм, который в процессе забивки заполнялся обмазочным составом.

Результаты полевых испытаний моделей свай в глинистых грунтах пояснены ходограммами погружения, показанными на рисунке 1.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований энергозатрат при погружении моделей свай в глинистые грунты показала, что обмазка ствола сваи, а также вид обмазки, оказывают значительное влияние на энергоемкость погружения.

Анализ энергоемкости погружения моделей показывает, что при применении обмазок энергозатраты существенно снижаются в первоначальный период погружения при заглублении сваи примерно на 2/3 ее длины. При дальнейшей забивке затраты энергии возрастают, что объясняется недостаточным проникновением и, соответственно, недостаточной обмазкой ствола эмульсиями.



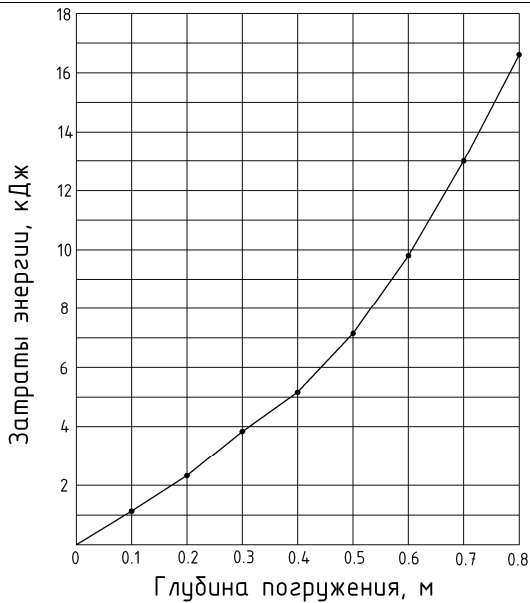
а)

Юськович Георгий Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

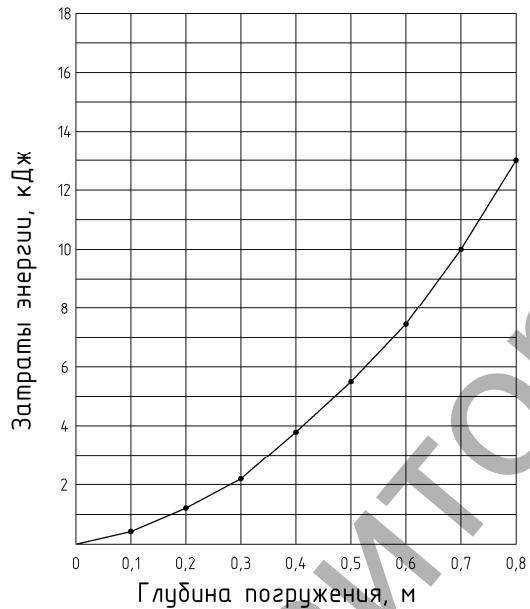
Лешкевич Николай Васильевич, старший преподаватель кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

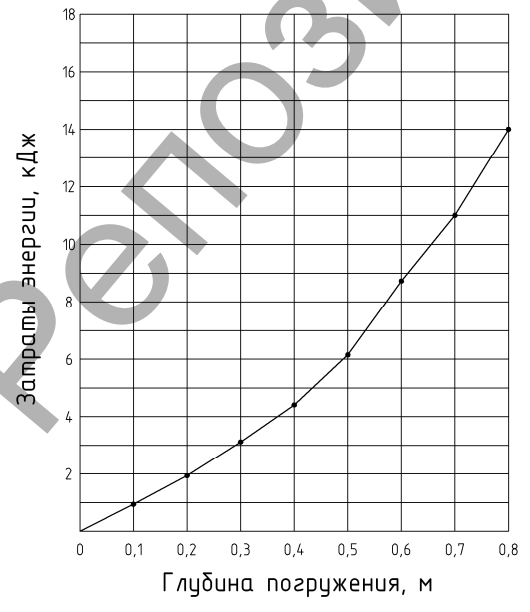
Строительство и архитектура



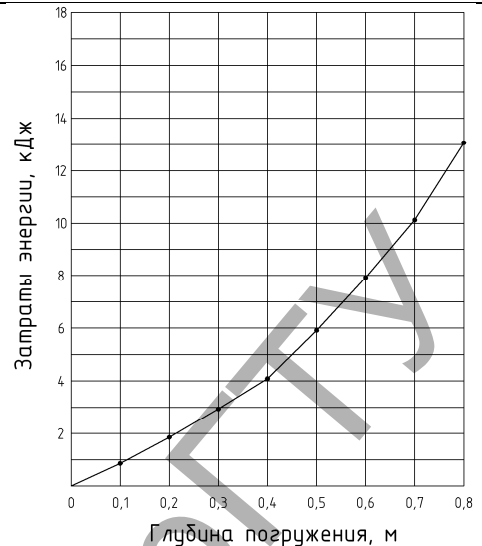
б)



в)



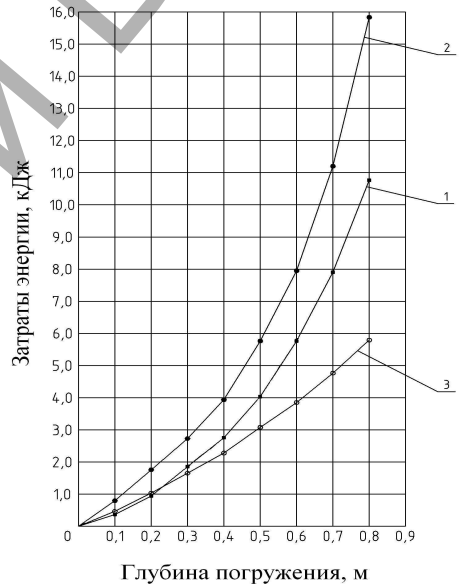
г)



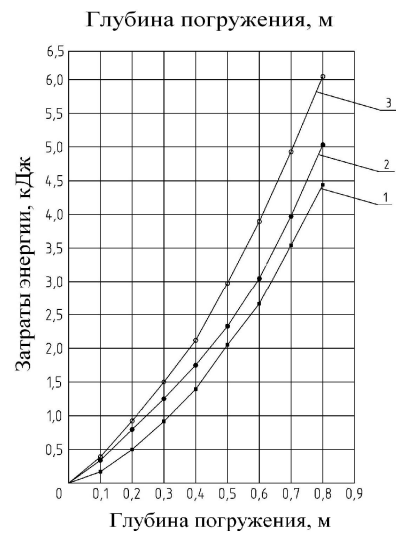
д)

а) без обмазок (контрольных); б)...д) с обмазками: б) эмульсией дефеката (25%); в) эмульсией дефеката (50%); г) эмульсией извести (25%); д) эмульсией извести (50%)

Рис. 1. Ходограммы погружения моделей свай в глинистые грунты



а)



б)

1 – без обмазки; 2 – с обмазкой из известьсодержащего материала; 3 – с обмазкой эмульсией дефеката

Рис. 2. Зависимости затрат энергии от глубины погружения моделей свай в мелкозёрнистые (а) и среднезёрнистые (б) песчаные грунты

Проведенные опыты на сваях-моделях при погружении их в грунты, представленные глиной мягкопластичной консистенции, показали, что применение тиксотропной «рубашки» из дефеката и известьсодержащих отходов (50%) позволяет снизить энергозатраты, соответственно на 22% и 16%.

Погружение моделей свай в песчаные грунты выполнялись на двух экспериментальных площадках, представленных соответственно мелкозернистыми и среднезернистыми песчаными грунтами. Для проведения опытов на экспериментальной площадке устанавливались участки с однородными грунтами. В составах суспензий соотношение воды к порошкообразным компонентам по массе выдерживалось соответственно: из дефеката – 1:1,20, а известьсодержащего отхода – 1:1,14. Материалы подавались в приямок к боковой поверхности моделей свай в процессе их погружения.

Сравнительные результаты энергоёмкости погружения моделей свай без обмазки и с обмазками в песчаных грунтах показаны на графиках, представленных на рисунке 2.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований энергозатрат при погружении моделей свай в песчаные грунты показала, что обмазка ствола сваи применяемым в опытах способом, а также вид обмазки, оказывают значимое влияние на энергоёмкость погружения.

Из результатов опытов видно, что при погружении моделей свай в мелкозернистые песчаные грунты энергозатраты на погружение при обмазке суспензиями известьсодержащего материала выше на 31,9%, а при обмазке суспензиями дефеката затраты энергии снижаются на 45,2%.

При погружении моделей свай в среднезернистые песчаные грунты при обмазке суспензиями дефеката и известьсодержащего материала энергозатраты возрастают, соответственно, на 26,6% и 11,9%.

Анализ энергоёмкости погружения моделей свай с обмазками показывает, что существенное увеличение энергозатрат происходит уже в первоначальные периоды их забивки. Увеличение затрат энергии на

погружение моделей вызвано уплотнением песчаных грунтов при применяемом способе подачи обмазочных материалов. Заливка обмазочных материалов в приямок приводит к замоканию грунта в окосвайном пространстве и, соответственно, к увеличению его плотности, что оказывает значимое влияние на энергоёмкость погружения свай в сторону ее повышения. Применение в качестве обмазки суспензии дефеката в мелкозернистых грунтах привело в конечном итоге к снижению затрат энергии на погружение моделей свай при увеличении энергозатрат в первоначальный период забивки.

Очевидно, благодаря соответствующим адгезионным качествам дефеката, на боковой поверхности сваи образуется достаточно устойчивая пленка, способствующая проникновению сваи в грунт с меньшими энергозатратами.

При погружении моделей в среднезернистые пески розлив обмазочных материалов вызывает более глубокое замокание грунта и его уплотнение, что приводит к затруднению погружения свай и увеличению энергозатрат.

Совершенствование способов нанесения обмазочных составов, позволяющих сохранить антифрикционную оболочку на боковой поверхности сваи в процессе ее погружения, может дать значительный положительный эффект и определяет перспективность погружения свай с обмазками. В БрГТУ проводятся исследования по совершенствованию процессов подачи и распределения по боковой поверхности сваи обмазочных составов, и технологического оборудования [2, 3].

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технические условия. Осадок фильтрационный: ТУ РБ 37602662.630-99.
2. Патент РБ на полезную модель №8601, МПК Е 02 Д 7/00. Устройство для ускорения погружения свай / В.П. Чернюк [и др.] – 2012.
3. Патент РБ № 7213 МКИ 7 Е02Д7/26. Способ погружения сваи / Г.И. Юськович, В.И. Юськович, С.В. Волкова – 2005.

Материал поступил в редакцию 05.03.14

#### YUSKOVICH G.I., YUSKOVICH V.I., PCHELIN V.N., LESHKEVICH N.V. Energy costs in dipping stilts models with coating based on the waste of OAO "Zhabinkovsky sugar factory"

One of the ways of energy consumption reducing during diving is using of plasters. Waste products of OAO «Zhabinkovsky sugar factory» were tested for this. Daubing a stilts shaft, and a kind of applied plasters, have a significant influence on the energy consumption of diving. In immersing of stilts models with shafts daubing by slurries defecate and calx contains wastes (50%) in soils presented by soft plastic consistency, was fixing reduction of energy costs, respectively, by 22% and 16 %. In medium- coating sandy soils in daubing by trunks suspensions defecate and calx contains material energy cost is increasing, respectively, 26.6% and 11.9 %, and in fine-grained sands was observing reduction of energy intensity of diving with daubing by suspensions defecate . Thus the feasibility of using wastes produced by OAO «Zhabinkovsky sugar factory» in the process of piling was confirmed.

УДК 624.157.2

Пойта П.С., Пчелин В.Н., Юськович В.И.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАБИВКИ СВАЙ В ГРУНТ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТАМИ

При традиционном погружении свай забивкой дизель-молотами в слабые грунты в начальной стадии погружения отказ сваи может превышать максимально допустимый отказ 18...30 см (см. [1], с. 88), обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молотов, что приводит к отказам (остановке) дизель-молотов. Кроме того, наличие больших начальных отказов сваи может привести к значительным отклонениям сваи от проектного положения. Вышеуказанное определяет снижение эффективности погружения свай в грунт дизель-молотами.

В известной строительной практике для уменьшения отказа сваи в начальный момент забивки увеличивают ее массу путем заливки в полость сваи жидкости [2]. При увеличении массы сваи уменьшается соотношение масс ударной части молота и сваи, что, в свою очередь, приводит к снижению К.П.Д удара молота и, тем самым, уменьшению отказа сваи. Однако для реализации способа необходима специальная, сложная конструкция полой сваи и сам способ характеризуется сложностью производства работ, обуславливаемой необходимостью подключения сваи посредством шлангов к емкости

с жидкостью, нагнетания жидкости насосом в полость сваи в начале забивки и последующей откачки жидкости по мере погружения сваи. Указанные недостатки не позволяют обеспечить широкое применение известного способа в строительстве.

Для устранения указанных недостатков в Брестском государственном техническом университете, на основе анализа формулы определения отказа сваи, разработаны новые способы забивки свай дизель-молотами, исключающие отказы дизель-молотов в начальной стадии забивки свай.

В соответствии с [3] значение отказа  $S_a$  сваи при забивке железобетонных свай длиной до 25 м можно найти по выражению:

$$S_a = \frac{\eta \cdot A_c \cdot E_d}{F_u (F_u + \eta \cdot A_c)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}, \quad (1)$$

где  $\eta$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от материала сваи;  $A_u$  – площадь поперечного сечения сваи;  $E_d$  – расчетная