

УДК 531/534:061.6

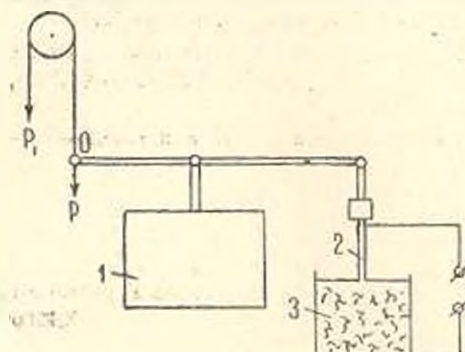
ВИБРОПРОНИКАНИЕ ТВЕРДЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ В ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ГРУНТЫ ПРИ НАЛИЧИИ ПЕРЕМЕННЫХ ИЛИ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

ВАНЦЯН А. А.

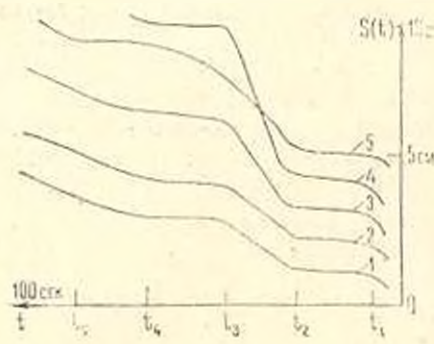
Проникание тел в различные среды, в том числе при наличии импульсных токов, рассмотрено в [1—3]. Вибропроникание свай в грунты рассмотрено в [4]. Влияние токов на пластические свойства металлов изучено в [5]. В [6] дается применение постоянных токов для улучшения режима проникания свай в грунты и качественное объяснение этого на основе электроосмоса. Описание опыта по влиянию тепла на текучесть грунтов при кручении образца дано в [7].

В настоящей работе экспериментально изучается влияние переменного и постоянного токов на процесс вибропроникания металлического конуса, переходящего в цилиндр, в электропроводящие грунты. На фиг. 1 приведена схема проведения эксперимента. С помощью вибратора 1 металлический конус [2] вибрируется в вертикальном направлении и под действием силы $P_1 - P$ проникает в грунт — 3. Большая масса нагрузок P_1 и P дает возможность за счет сил инерции точку О считать неподвижной, следовательно, можно считать, что завышенная частота вибратора точно передается на проникающий конус. Конус и металлический сосуд — 4, где помещен грунт, последовательно соединены к источнику тока. В качестве грунта были взяты различные составы глины, воды, поваренной соли, порошков алюминия и железа, имеющие различные электропроводности.

Целью эксперимента было выяснение воздействия переменных и постоянных токов на скорость проникания тела в грунты. Также исследовалось влияние частоты и амплитуды на процесс проникания.



Фиг. 1



Фиг. 2

После установления заданной амплитуды и частоты вибрирующий конус опускался на поверхность грунта. Происходило проникание до некоторой глубины, что зависело от параметров среды, амплитуды и частоты, а затем конус останавливался или продолжал проникание очень медленно. После остановки или существенного замедления движения тела подавался переменный или постоянный ток величиной $\sim 3-5$ а и $0,3-0,5$ а соответственно, при этом происходило разное увеличение скорости проникания. После отключения тока тело останавливалось, при повторном включении тока опять происходило увеличение скорости проникания.

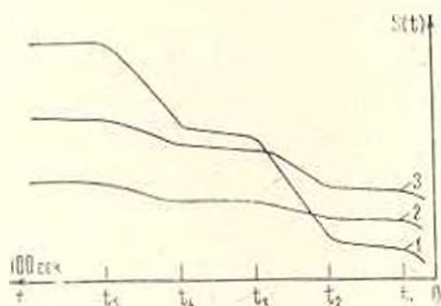
На фиг. 2. приведены графики зависимости $S(t)$, записанные на самописце в процессе проникания, для амплитуды 0,09 мм для разных частот ω . Состав грунта—глина: вода: алюминий = 16:5:1. Кривые 1—4 на фиг. 2 соответствуют частотам 20 гц, 40 гц, 50 гц и 60 гц соответственно. Большой наклон начальной части графиков обусловлен тем, что заостренная носовая часть тела, в основном, почти независимо от частоты и амплитуды проникает с большой скоростью. После проникания цилиндрической части на некоторую глубину (что можно графически определить из фиг. 2) тело полностью или почти останавливается, что на графике соответствует горизонтальной или почти горизонтальной части графика t_1-t_2 , далее на отрезке t_2-t_3 подавался переменный ток 3А. Как видно из графиков, происходит резкое увеличение скорости проникания, достигая величины $\sim 0,3$ см/сек. На отрезке t_3-t_4 ток был отключен, а на отрезке t_4-t_5 опять подавался ток 3А. На кривой 5 фиг. 2, построенной в случае отсутствия тока, показана зависимость $S(t)$ для разных частот на характерных отрезках времени. На отрезке t_1-t_2 тело вибрирует с частотой 40 гц и график имеет малый наклон, отрезки t_2-t_3 , t_3-t_4 , t_4-t_5 соответствуют частотам 50 гц, 60 гц, 60 гц является резонансным, а при частоте 70 гц скорость проникания 70 гц соответственно. Как видно из графика, интервал частот 50— $V \approx 0$. При частоте 70 гц, когда $V=0$, на отрезке времени t_5-t_6 подавался переменный ток 3А. При этом происходило увеличение скорости

Аналогичные кривые были построены для других составов грунта, в частности, первая кривая фиг. 3 показывает зависимость $S(t)$ для грунта глина: вода = 16:5, где нет металлического порошка. На отрезке t_1-t_2 $I=0$, t_2-t_3 $I=2$ А, t_3-t_4 $I=0$, t_4-t_5 $I=4$ А, t_5-t_6 $I=0$. Как видно из кривой 1 фиг. 3 и графика 3 фиг. 2, для которой $\omega=50$ гц, чем больше доля воды на единицу объема, тем больше влияние тока на скорость проникания. Кривая 2 фиг. 3 описывает скорость проникания при $\omega=0$, на отрезках t_2-t_3 $I=3$ А, t_4-t_5 $I=4$ А.

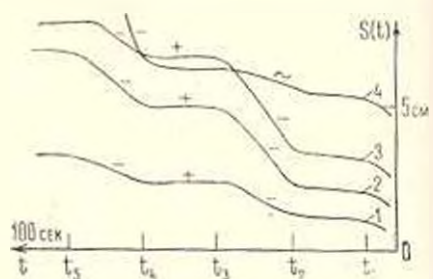
Эксперименты по вибропрониканию при наличии переменного тока в грунты показали значительное увеличение скорости проникания.

Влияние существенного влияния тока на скорость проникания было более заметно при постоянном токе, что было отмечено и в [6] при вбивании свай в грунты. Более того, было заме-

чено, что изменение полярности постоянного тока приводит к заметному изменению силового воздействия на проникающее тело. Наблюдения концентрации воды на конусе при включении тока находятся в соответствии с выводами [6] о влиянии осмоса на погружение свай. На фиг. 4 приведены графики $S(t)$ для постоянного тока для различных частот, а также кривая (4), сравнивающая влияние постоянного и переменного токов на скорость проникания. Кривые 1, 2, 3 фиг. 4 соответствуют частотам 40, 50, 60 гц при $I=0.3$ а. Как видно из кривых 1, 2, 3 фиг. 4, в случае, когда отрицательный полюс подается на проникающее тело, скорость проникания увеличивается (от-

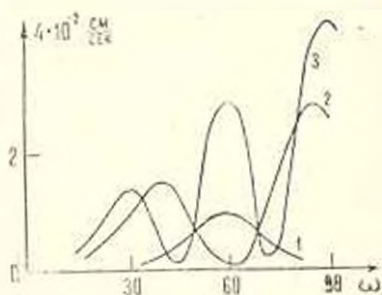


Фиг. 3



Фиг. 4

резки t_2-t_3 , t_4-t_5), а когда на проникающее тело подается положительный полюс, то имеет место полная остановка или заметное замедление скорости проникания (отрезок t_3-t_4) по сравнению со скоростью проникания без тока (отрезки t_1-t_2 и t_5-t_6). На кривой 4 фиг. 4 дается график $S(t)$ при $\omega=60$ гц, где на отрезках времени t_1-t_2 , t_3-t_4 $I=0$, на отрезке t_2-t_3 подается переменный ток ~ 0.5 А, а на отрезке t_4-t_5 подается постоянный ток 0.5А, где отрицательный полюс приложен к проникающему телу.



Фиг. 5

Как видно из фигур, влияние постоянного тока на скорость проникания значительно больше, чем влияние переменного тока. Переменный ток величиной 3А дает такую же скорость как постоянный ток величиной 0.3А. Промышленное применение постоянного тока для увеличения глубины проникания [6] показывает на актуальность вопроса.

Как известно [8], при поляризации поверхности тел, обладающих электронной проводимостью в водных растворах электролитов, имеет место электрокапиллярный эффект, при котором твердость изменяется в зависимости от скачка потенциала на границе твердое тело—раствор с характерным максимумом для незаряженной поверх-

ности и с падением твердости при заряджении в обе стороны, независимо от знака. Указанный факт позволяет считать, что имеет место сильное падение твердости среды и улучшение режима проникания.

В [9, 10] показано, что при прохождении импульсных токов по металлическим проводам при силовых воздействиях происходит снижение предела текучести, называемое электропластичностью. В работе [3] показано сильное влияние импульсного тока на твердость проникающего металлического твердого тела в металлические преграды. При этом происходит снижение предела текучести проникающего тела, приводящее к значительному уменьшению глубины проникания.

Как видно из экспериментов [3], применение токов приводит к уменьшению глубины проникания тел для тех сред, предел текучести которых близок к пределу текучести проникающего тела, и к увеличению глубины и скорости проникания в среды, предел текучести которых существенно меньше предела текучести проникающего тела.

Эксперименты по вибропрониканию в грунты при наличии токов многофакторны, это есть влияние электропластичности, электроосмоса и незначительного нагрева среды и тела при постоянном токе. Что касается переменного тока, то при его наличии нет заметного электроосмоса и эффект увеличения глубины проникания в грунт можно объяснить незначительным нагревом среды или влиянием тока на микроскопическом уровне, как и в металлах [9]. Для переменного тока, как показывают кривые фиг. 2 и фиг. 3, остановка или заметное снижение скорости проникания после выключения тока происходило в течение времени t намного меньшего времени тепловой релаксации. При этом температура среды и тела не снижались заметно. Более того, при нагревании среды и тела до проникания после отключения переменного тока опять происходила остановка конуса, хотя при этом средняя температура конуса и окружающего грунта была такой же, как и в описанных опытах.

Следовательно, увеличение скорости проникания в грунты металлических тел не определяется выделенным теплом, а должно при переменном токе объясняться изменением свойств грунта под действием тока. Таким образом, увеличение скорости проникания при применении постоянного тока есть следствие наложения эффектов электроосмоса и термопластичности в отличие от переменного тока, где электроосмос отсутствует, а глобальное тепло незначительно и не влияет на проникание.

Проводились опыты также по вибропрониканию в грунты без тока для выяснения связей между скоростью проникания, частотой и амплитудой колебания. Эксперименты показали, что имеет место нелинейная связь в диапазоне частот 0—90 Гц, число резонансных частот зависит от амплитуды. На фиг. 5 показаны графики 1, 2, 3 $V(\omega)$ для амплитуд $50 \cdot 10^{-6}$ м, $100 \cdot 10^{-6}$ м, $150 \cdot 10^{-6}$ м соответственно. Как видно из графиков, увеличение амплитуды приводит к увеличению числа резо-

наисных частот. Измерения показали, что для резонансных частот число $V/A\omega$ почти постоянная величина и для вышеуказанных групп равна $3 \div 3,3$;— A есть амплитуда. Следовательно, параметр $V/A\omega$ можно принимать за число подобия при вибропроникании для резонансных частот.

Применение как постоянных, так и переменных токов показало, что при этом резонансная частота не меняется, а лишь происходит расширение кривой частоты вблизи резонансных частот. Увеличение скорости проникания за счет токов происходило также и для нерезонансных частот.

Таким образом, экспериментальным путем показано, что применение как постоянных, так и переменных токов при вибропроникании приводит к весьма сильному увеличению скорости проникания. При отдельном нагреве среды до той же величины, что и при пропускании тока значительного увеличения скорости не наблюдалось, что указывает на механизм, увеличивающий скорость тела, связанный не с общим разогревом среды током, а с изменением пластических свойств среды, включая кулоново трение, под влиянием переменного тока, что находится в согласии с данными [9].

Автор выражает благодарность Г. Е. Багдасаряну и А. Г. Багдасову за постоянное внимание к работе и ценные советы.

THE VIBROPENETRATION OF RIGID METALLIC BODIES IN ELECTROCONDUCTING SOILS IN PRESENCE OF VARIABLE OF CONSTANT CURRENTS

A. A. VANTCIAN

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՊԻԵԴ ՄԱՐԻԴԵՆՆԵՐԻ ՏԱՏԱՆՈՂԱԿԱՆ ՆԵՐՔԱՓԱՆՑՈՒՄԸ
ԷԼԵԿՏՐՈՆԱԿԱՆ ՓԵՏՆԱՀՈՂՆԵՐԻ ՄԵՋ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԿԱՄ ԷԼԵՍԱՏՈՐՆ
ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ԱՌԿԱՑՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա. Ա. ՎԱՆՑԻԱՆ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Մ

Փորձնական ճանապարհով ուսումնասիրված է գետնահողերի մեջ ներթափանցման ընթացքում փոփոխական և հաստատուն հոսանքների ազդեցությունը: Ցույց է տրված, որ այդ դեպքում տեղի ունի ներթափանցման արագության դրսի մեծացում, որը հաստատուն հոսանքի դեպքում պայմանավորված է ճիմնականում էլեկտրաստատիկությամբ և փոփոխական հոսանքի դեպքում՝ էլեկտրապլաստիկությամբ, կապված ոչ թե միջավայրի բնոչանոտր տարացման, այլ միջավայրի պլաստիկական հատկությունների փոփոխման հետ: Ցույց է տրված ներթափանցման արագության, ամպլիտուդի և հաճախության ոչ գծային կապը: Գտնված է նմանության պարամետր:

ЛИТЕРАТУРА

1. Разматулин Х. А., Сагомолян А. Я., Алексеев Н. А. Вопросы динамики грунтов. М.: МГУ, 1964.
2. Багдасян А. Г., Ванцян А. А. Проникновение тонкого тела в металлы и грунты. — Изв. АН Арм. ССР, Механика, 1981, т. 34, № 3.
3. Багдасян А. Г., Ванцян А. А. Влияние разрядных токов на динамические процессы в металлических образцах. В сб.: Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред. Ереван: 1984.
4. Баркин Д. Д. Виброметод в строительстве. М.: Гостройиздат, 1959.
5. Беклемишев Н. Н., Шапиро Г. С. О законе деформирования и критерии разрушения пластического проводящего материала с учетом воздействия импульса электромагнитного поля. В сб.: Нелинейные модели и задачи механики деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1984.
6. Косолапов В. Г. Спайные работы. М.: Стройиздат, 1969.
7. Месчан С. Р. Начальная и длительная прочность глинистых грунтов. М.: Недра, 1978.
8. Лихтман В. И., Ребиндер П. А., Карпенко Г. В. Влияние поверхностно-активной среды на процессы деформации металлов. М.: Изд. АН СССР, 1954.
9. Сплицын В. И., Троицкий О. А. Влияние электрического тока и импульсного магнитного поля на скорость ползучести металла. Докл. АН СССР, 1974, т. 216, № 6.
10. Кишкин С. Г., Клыпин А. А. Эффекты электрического и магнитного воздействия на ползучесть металлов и сплавов. Докл. АН СССР, 1973, т. 211, № 2.

Институт механики АН Армянской ССР

Поступила в редакцию
14.II.1986