

ПОВЕДЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ПОВТОРНОМ ВИБРАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

© 2005 г. С. Р. Месчян*, К. А. Таслагян**

*Институт механики НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24б, Республика Армения

**Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

E-mail: roubenhar@web.am

Поступила в редакцию 28.07.2005 г.

В статье приведены результаты исследований поведения глинистых грунтов под вибрационным воздействием. Установлено, что по мере возрастания величины нормального напряжения σ_z имеет место уменьшение как амплитуды, так и ускорения крутильных колебаний. Опыты показали, что при всех трех последовательных циклах испытания образцов на вибрационное воздействие виброостаточная и остаточная прочности грунтов τ_{res} практически остаются неизменными, а после прекращения вибрационных воздействий остаточная прочность образцов практически восстанавливается полностью.

Прочностные свойства глинистых грунтов при динамических воздействиях вообще, при вибрационных воздействиях в частности, в отличие от песчаных, исследованы очень слабо, несмотря на их большое теоретическое и практическое значение. В этом плане представляет особый интерес не только вопрос изменяемости прочностных свойств глинистых грунтов под действием вибрационных воздействий, но и их послевибрационное поведение. Чтобы ответить на этот вопрос нами исследовано влияние вибрационного воздействия на остаточную прочность τ_{res} указанных грунтов, причем при трехкратном вибрационном воздействии.

Осуществлено испытание трех различных глинистых грунтов – глины и двух суглинков на прочность методом закручивания образцов диаметром $d=101$ мм, высотой $h=24$ мм на устройстве М-11 (Месчян, 1997) в кинематическом режиме – в режиме контроля крутящих моментов M_{tor} (касательных напряжений τ).

Из каждого грунта испытаны на прочность шесть образцов-близнецов нарушенного сложения, физические свойства после испытания которых приведены в табл.1.

остаточная прочность образца τ_{res} , а после стабилизации крутящего момента (касательного напряжения), без прекращения закручивания он подвергался воздействию крутильных колебаний, создаваемых кривошипно-шатунным вибратором (Таслагян, 2004) при вращении электродвигателя со скоростью 1750 оборотов в минуту.

Как было отмечено выше, образцы грунтов подвергались трехкратному вибрационному испытанию. Вибрационные воздействия на образцы чередовались минутным отдыхом, опять без прекращения процесса их закручивания. При этом фиксировались крутящие моменты как при отсутствии вибрационного воздействия, так и в процессе его воздействия. При вибрации замерялись также амплитуды крутильных колебаний на наружных гранях образцов виброизмерительным прибором ВИП-2.

Остаточные прочности образцов грунтов, зафиксированные в трех циклах воздействия крутильных колебаний, после определения остаточной прочности τ_{res} в кинематическом режиме обозначены $\tau_{res,vib1}$, $\tau_{res,vib2}$ и $\tau_{res,vib3}$. Остаточные прочности образцов, зафиксированные между циклами вибрационного воздействия (при прекраще-

Показатели физических свойств испытанных грунтов

Таблица 1

Наименование грунта	ρ_s	W_L	W_P	I_P	$\sigma_z = 0,1$ МПа		$\sigma_z = 0,2$ МПа		$\sigma_z = 0,3$ МПа	
					ρ	w	ρ	w	ρ	w
Глина	2.70	0.522	0.218	0.304	1.888	0.350	1.920	0.333	1.965	0.306
Суглинок 1	2.73	0.294	0.137	0.157	2.124	0.196	2.164	0.187	2.196	0.175
Суглинок 2	2.73	0.218	0.121	0.097	2.175	0.166	2.178	0.163	2.197	0.160

Образцы-близнецы грунтов перед испытанием на прочность подвергались двухнедельному уплотнению под действием нормальных напряжений $\sigma_z = 0.1; 0.2$ и 0.3 МПа. Повторность опытов двухкратная.

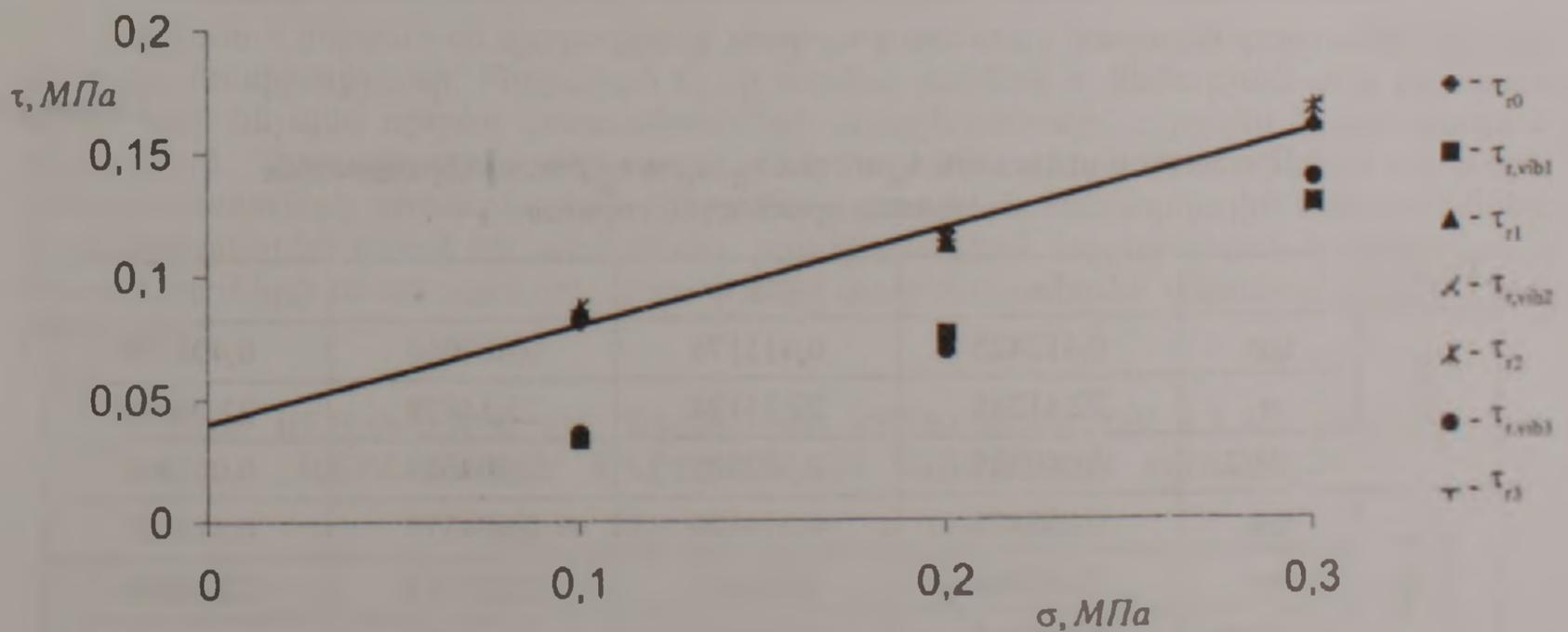
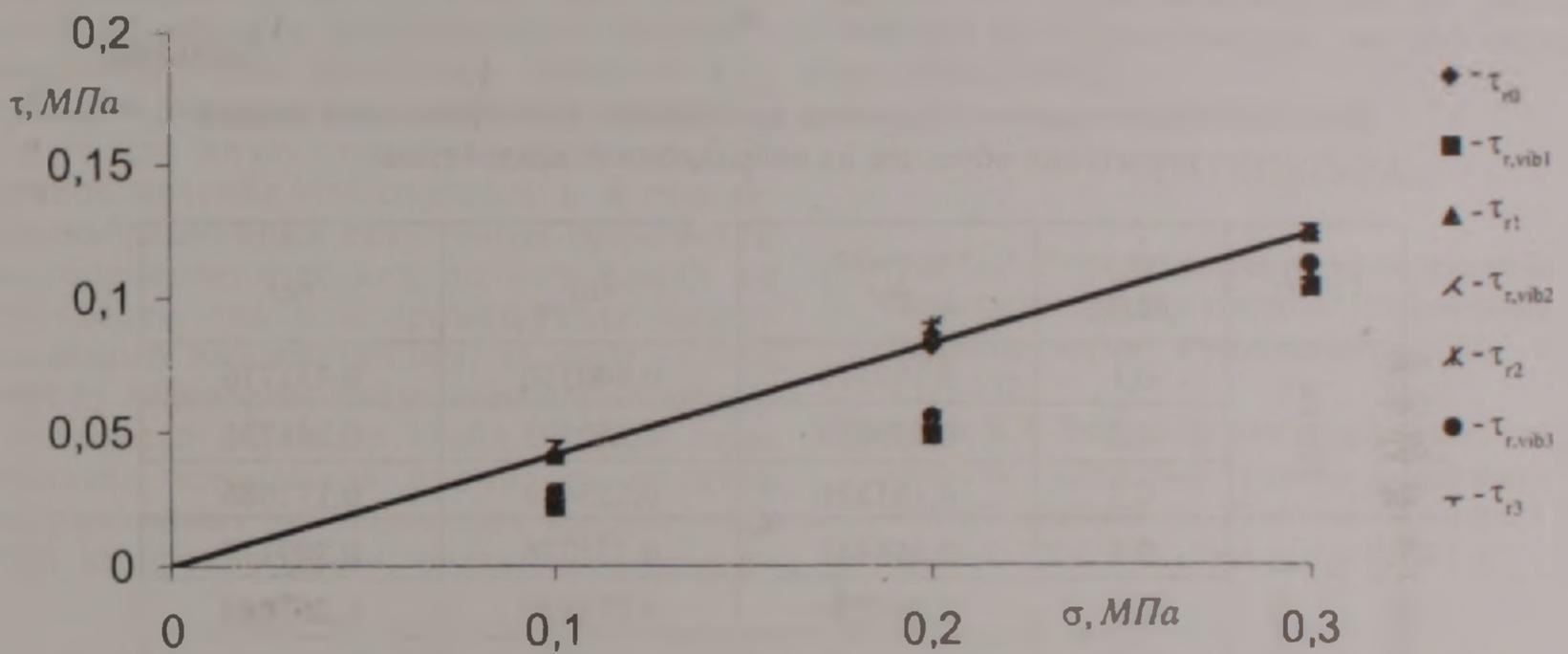
Испытание каждого из образцов под действием отмеченных выше нормальных напряжений σ_z осуществлялось закручиванием со скоростью 4.4 градуса в минуту. В начале определялась

начальная остаточная прочность τ_{res} (при прекращении вибрационного воздействия), обозначены τ_{res1} , τ_{res2} и τ_{res3} .

Результаты испытания образцов грунтов приведены в табл.2 и на рис.1,2,3. На рисунках сплошными линиями показаны диаграммы начальной остаточной прочности τ_{res} испытанных грунтов. На этих же рисунках разными обозначениями отмечены данные остаточных прочностей, зафиксированные как при вибрационных воз-

Данные остаточной прочности испытанных образцов грунтов

Грунт	σ_{22} МПа	τ_{r0} МПа	$\tau_{r,vib1}$ МПа	τ_{r1} МПа	$\tau_{r,vib2}$ МПа	τ_{r2} МПа	$\tau_{r,vib3}$ МПа	τ_{r3} МПа
Глина	0,1	0,041875	0,022230	0,041975	0,027410	0,043550	0,028095	0,046750
	0,2	0,082195	0,049065	0,086535	0,054280	0,089770	0,055520	0,090640
	0,3	0,124360	0,104310	0,124210	0,109235	0,124960	0,112270	0,127580
Суглинок 1	0,1	0,081295	0,033600	0,085230	0,033600	0,086525	0,035665	0,085850
	0,2	0,116445	0,075980	0,112315	0,071150	0,113475	0,068515	0,113475
	0,3	0,159990	0,128735	0,161050	0,128105	0,167400	0,138880	0,168975
Суглинок 2	0,1	0,069955	0,024685	0,074625	0,022640	0,072625	0,021960	0,071285
	0,2	0,137215	0,099905	0,137780	0,107410	0,139995	0,107405	0,141075
	0,3	0,180555	0,147660	0,180030	0,149270	0,177395	0,149830	0,179500



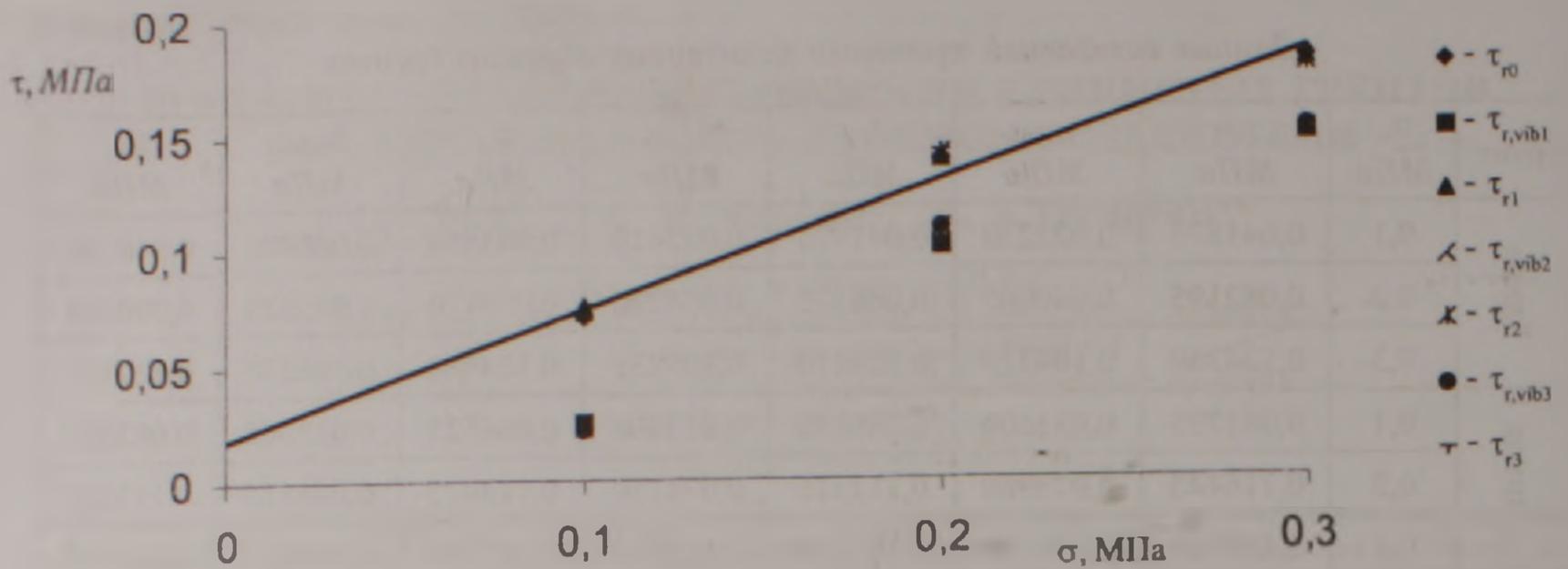


Рис 3. Диаграмма остаточной прочности суглинка 2.

действиях, так и после их прекращения.

Данные об относительных ускорениях крутильных колебаний $J_0 = J_s / g$ (g – ускорение силы

тяжести), под действием которых осуществлены три цикла испытаний образцов грунтов, приведены в табл.3, а данные показателей остаточной

Таблица 3

Данные относительного ускорения крутильных колебаний трех циклов испытания образцов на вибрационное воздействие

Грунт	σ_n МПа	$J_{0,1}$	$J_{0,2}$	$J_{0,3}$
Глина	0,1	0,397179	0,440350	0,431716
	0,2	0,259030	0,250395	0,241761
	0,3	0,181321	0,155418	0,172686
Сугли- нок 1	0,1	0,414447	0,371276	0,397179
	0,2	0,207224	0,233127	0,267664
	0,3	0,142466	0,164052	0,138149
Сугли- нок 2	0,1	0,388544	0,405813	0,405813
	0,2	0,224492	0,189955	0,207224
	0,3	0,120880	0,107929	0,120880

Таблица 4

Показатели начальной τ_0 и трех τ_{r1} , τ_{r2} и τ_{r3} послевибрационных остаточных прочностей грунтов

Грунт		τ_0	τ_{r1}	τ_{r2}	τ_{r3}
Глина	$tg\varphi$	0,412425	0,411175	0,407050	0,404150
	φ	22,41248	22,35124	22,14878	22,00610
	$C, МПа$	0,000325	0,002005	0,004683	0,007493
Сугли- нок 1	$tg\varphi$	0,393475	0,379100	0,404375	0,415625
	φ	21,47840	20,76172	22,01718	22,56899
	$C, МПа$	0,040548	0,043712	0,041592	0,039642
Сугли- нок 2	$tg\varphi$	0,553000	0,527025	0,523850	0,541075
	φ	28,94259	27,79035	27,6478	28,41671
	$C, МПа$	0,018642	0,025407	0,025235	0,022405

прочности образцов грунтов ($C, \varphi, \operatorname{tg}\varphi$) – в табл.4.

Анализ данных экспериментальных исследований остаточной прочности τ , трех различных глинистых грунтов, осуществленных испытанием образцов в кинематическом режиме с воздействием крутильных колебаний показывает что при всех других равных условиях показатели прочности существенно зависят как от величины уплотняющего нормального напряжения σ , так и от физических свойств и гранулометрического состава материала исследования. При приложении к образцам грунтов крутильных колебаний с одинаковой частотой, по мере возрастания величины нормального напряжения σ имеет место уменьшение как амплитуды, так и ускорений крутильных колебаний. При этом, если при возрастании нормального напряжения σ от 0.1 до 0.2 МПа ускорение крутильных колебаний глины при первом цикле вибрирования снизилось примерно в два раза, то суглинков – в три раза (табл.3).

Опыты показали, что во всех трех циклах испытания образцов на вибрационное воздействие виброостаточная прочность грунтов $\tau_{r,vib}$ практически оставалась неизменной – она изменялась в ту или иную сторону в пределах 5%. Аналогичное явление наблюдалось и в поведении послевибрационных остаточных прочностей грунтов, определенных как до испытания на вибропрочность, так и в промежутках между вибрационными воздействиями. В этом случае имело место некоторое, несущественное возрастание прочности образцов (табл.2). При этом изменяемость остаточной прочности грунтов как при приложении вибрационных воздействий, так и при их прекращении, независимо от дли-

тельности вибрации, протекала исключительно быстро. После прекращения вибрационных воздействий остаточная прочность образцов практически восстанавливалась полностью (табл.4).

Опыты показали также, что изменяемость остаточной прочности грунтов при всех других равных условиях зависит от вида грунта. Например, при равных значениях ускорений крутильных колебаний $J_0=0.4g$ и $\sigma=0.1$ МПа (рис.2,3) остаточная прочность глины снизилась примерно в два раза, а суглинков – примерно в три раза. Это значит, что по мере уменьшения глинистости грунта – при переходе от глины к суглинкам влияние вибрационного воздействия значительно возрастает.

Привлекают внимание результаты виброостаточной прочности грунтов, определенные под действием небольших нормальных напряжений, например при $\sigma_z=0.1$ МПа. Судя по диаграммам сопротивления сдвигу суглинков (рис.2 и 3) при $\sigma_z=0.05$ МПа, вибрационные воздействия при $J_0=0.4g$ должны привести к полной потере прочности этих грунтов вследствие их разжижения. Это только предположение, которое нуждается в подтверждении.

ЛИТЕРАТУРА

- Месчан С.Р. Устройство для определения реологических свойств глинистых грунтов. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. М.: 1997, №1, с.121-127.
- Таслагян К.А. Вибратор для определения прочностных свойств глинистых грунтов в условиях динамического воздействия. Вестник строителей Армении. Ереван, 2004, №4, спец. выпуск, с.11-13.

ԿԱՎԱՅԻՆ ՓԵՏՆԱՀՈՂԵՐԻ ՄԱՅՈՐԴԱՅԻՆ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ՎԱՐՔԸ ԿՐԿՆԱԿԻ ՎԻՐՐԱՅԻԱՅԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ս. Ռ. Մեսչյան, Կ. Ա. Թասլագյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածուծ բերված են վիրրացիայի ազդեցության տակ կավային գետնահողերի վարքի ուսումնասիրությունը: Պարզված է, որ նորմալ լարման s_z մեծության աճի ժամանակ տեղի ունի ինչպես ոլորող տատանումների անպիտուղայի, այդպես էլ արագացման փոքրացում: Վիրրացիայի ազդեցության տակ փորձանմուշների փորձարկման բոլոր երեք ցիկլերի ժամանակ գետնահողերի վիրրոմնացորդային և մնացորդային ամրությունները փորձնականորեն մնում են անփոփոխ, իսկ վիրրացիոն ազդեցության դադարեցումից հետո նմուշների մնացորդային ամրությունը փորձնականորեն վերականգնվում է ամբողջովին:

THE BEHAVIOUR OF RESIDUAL INTEGRITY OF CLAY SOILS REPEATEDLY EXPOSED TO VIBRATION IMPACT

S. R. Meschyan, K. A. Taslagyan

Abstract

The article highlights the research outcomes for behavior of clay soils exposed to vibration. As established, the increase in standard tension value s_z entails the decrease of amplitude and acceleration of rotation fluctuations. The tests evidence that during the three successive cycles of sample testing for vibration, vibro-residual and residual integrity of soils $\tau_{r,vib}$ remain practically unchangeable, and after ceasing the vibration impact, residual integrity of samples practically whollys rehabilitates.