

# ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОСАДОЧНОСТИ ГРУНТОВ ГОРОДА ОРЕНБУРГА С ИХ ФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Муртазина Л.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Изучение связей относительной просадочности грунтов с их физическими свойствами вызвано необходимостью выявления основных факторов, влияющих на относительную просадочность, а также получения формул, позволяющих более надежно оценивать качественное и количественно просадочные свойства грунтов.

Как правило, при решении вопроса о просадочности грунтов по конкретным объектам, физических характеристик грунтов значительно больше, чем характеристик относительной просадочности, определенных путем компрессионных испытаний.

Существенное увеличение компрессионных испытаний образцов грунтов для получения надежной количественной оценки просадочных свойств ведет к увеличению буровых и других инженерно-геологических работ, и как следствие, к существенному увеличению стоимости и продолжительности работ.

Поэтому получение зависимостей относительной просадочности от физических свойств дает возможность в некоторой степени, сократить объемы инженерно-геологических изысканий. В качестве основного района для изучения связей и получения аналитических формул линий регрессий и других статистических характеристик принят микрорайон № 2 Хлебного городка г. Оренбурга.

В геоморфологическом отношении территория микрорайона расположена в пределах II надпойменной террасы реки Сакмары.

Геолого-литологическое строение террасы до глубины 20 м характеризуется повсеместным распространением просадочных суглинков I типа просадочности, залегающих непосредственно под почвенно-растительным слоем. Мощность просадочной толщи изменяется в пределах от 2,5 до 15,0 м. Подстилающим слоем служит слой непросадочных суглинков твердой - тугопластичной консистенции. Мощность слоя колеблется от 1,8 до 13,0 м. Ниже залегают песчаные и гравийные грунты четвертичного возраста и глины палеогенчетвертичного возраста, а на глубинах от 10,8 до 14,0 м вскрыта кровля пермских пород, представленных аргиллитами с прослоями песчаников.

Подземные воды до глубины 20,0 м не встречены, однако возможно формирование грунтовых вод типа «верховодки» в песчаных линзах, залегающих среди суглинков.

Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов приведены в таблице 1.

На первой стадии связь изучалась по результатам изысканий при ограниченном количестве образцов (114 шт) в виде  $\delta=f(\gamma_s)$ ,  $\delta=f(n)$ ,  $\delta=f(W)$ ,  $\delta=f(S_r)$  (рисунок 1).

Таблица 1 –Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов

Наименование грунта	Вскрытая мощность, м	Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>	Объемна плотность скелета г/см <sup>3</sup>	Модуль деформации		Удельное сцепление кгс/см <sup>2</sup>	Угол внутренн его трения , град.	Услов- ное рас- четное давлени е кгс/см <sup>2</sup>	Величина относи- тельной просадоч- ности от-до ном. знач.
				при естес- твенной влажности кгс/см <sup>2</sup>	при водо- насыщении, кгс/см <sup>2</sup>				
Суглинки просадочные	2,5/15,0	1,73/1,72	1,57/1,56	(170)	100	0,15/0,14	21/20		<u>0,009-0,6</u> 0,028
Суглинки непросадочные	1,8-13,0	1,83/1,82	1,58/1,57	150		0,21/0,17	22/21		
Пески средней крупности, е=0,70	1,0-3,2	1,63/1,61	1,51/1,49	300		0,10/0,10	28/28		
Гравийные грунты	0,5-1,0							5	
Глины непросадочные	1,3-5,0	1,84/1,83	1,51/1,50	200		0,50/0,50	18/18		
Дресвяные грунты	2,0-5,5							3	
Аргиллиты средней прочности	4,0-6,0							4	
Аргиллиты прочные	5,0							5	

**Примечание:** 1 Цифра в числителе – нормативные значения характеристик, в знаменателе – расчетные.  
2 Цифры в скобках – модуль деформации, полученный по результатам штампоопытов.

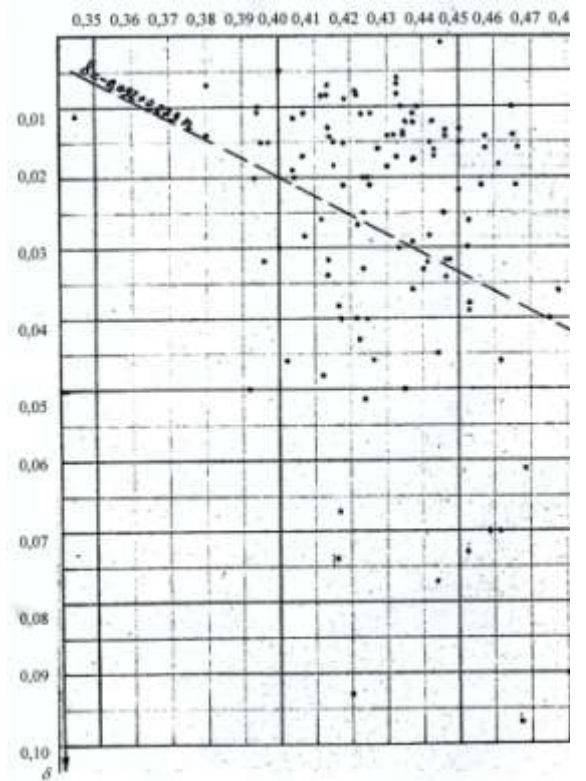
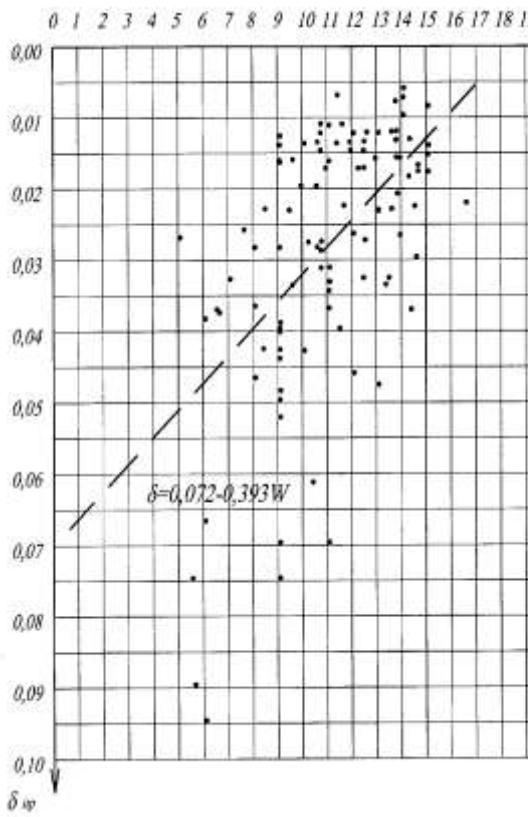
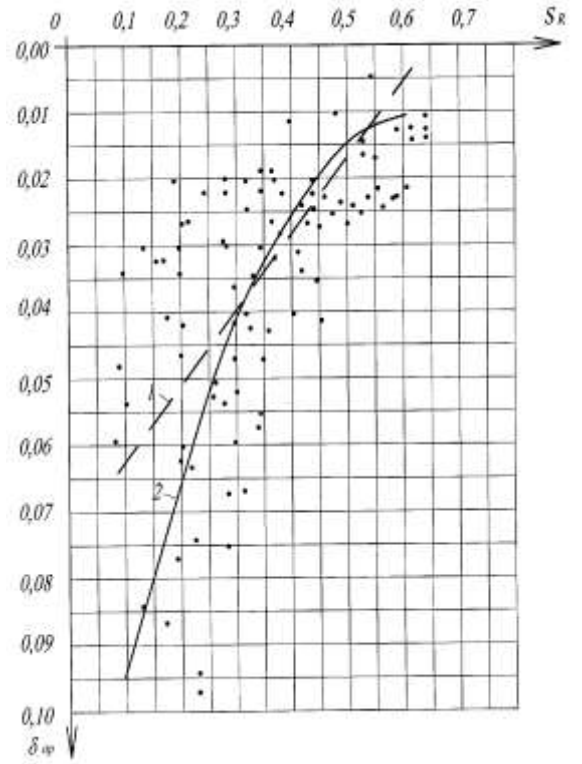
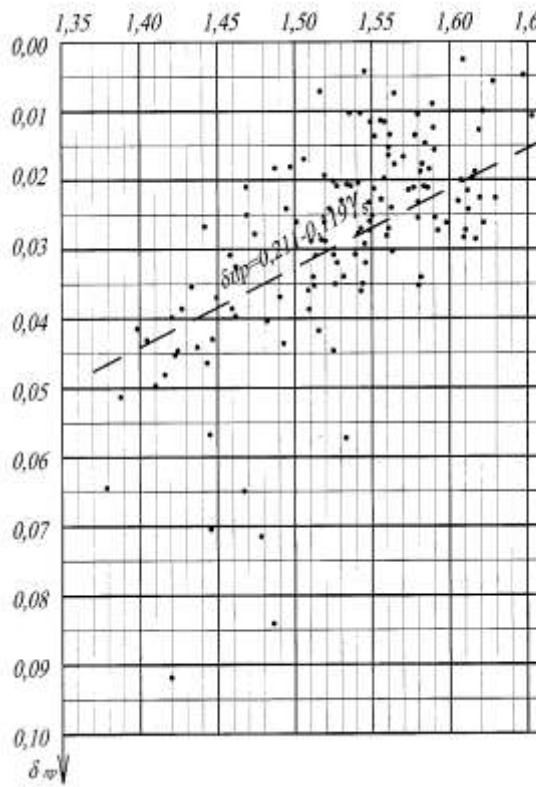


Рисунок 1- График изменения относительной просадочности

В условиях парной корреляции наиболее тесную связь имеет  $\delta=f(S_r)$ .

Одним из важных выводов, полученных на первой стадии расчетов - отсутствие связи относительной просадочности с пористостью грунта.

Для  $\delta=A(S_r)$  - получены два уравнения:

$$\delta=0,076-0,116 S_r \quad , \quad \delta=0,132-0,406 S_r +0,340 S_r^2$$

При этом для прямой линии регрессии коэффициент корреляции и стандартная ошибка соответственно равны 0,60 и 0,016, а для линии регрессии в виде квадратной параболы корреляционное отношение и стандартная ошибка - 0,73 и 0,014.

Кроме того можно сделать вывод, что при степени влажности  $S_r \geq 0,8$  грунты просадочными быть не могут.

На второй стадии расчетов изучались множественные связи:  $\delta=f(W, \gamma_s)$ ,  $\delta=f(W, e)$ ,  $\delta=f(\gamma_s, e)$ ,  $\delta=f(W, \gamma_s, e)$ .

Наиболее тесная связь получена для  $\delta=A(W, \gamma_s, e)$  в виде:

$$\delta=0,466-0,533W -0,224\gamma_s -0,077e$$

При этом коэффициент множественной корреляции  $K=0,72$  и стандартная ошибка  $s_\delta=0,014$ .

Анализ полученных множественных связей показал, что решающую долю вкладов имеют физические характеристики грунтов, связанных с их влажностью - это  $W$  и  $S_r$ .

Кроме того, можно сделать вывод о незначительном влиянии коэффициента пористости на просадочные свойства грунтов, что находится в полном соответствии с данными первой стадии расчетов.

На третьем этапе была изучена связь относительной просадочности грунтов с отношением коэффициента пористости грунтов к степени влажности

$$\delta=f(e/S_r).$$

При этом вычислены линии регрессии в виде прямой и квадратной параболы по 125 образцам и по 120 образцам.

Выполненная отбраковка 5 образцов (отклонение от линии регрессии более 3 стандартных ошибок) позволила получить для выражения

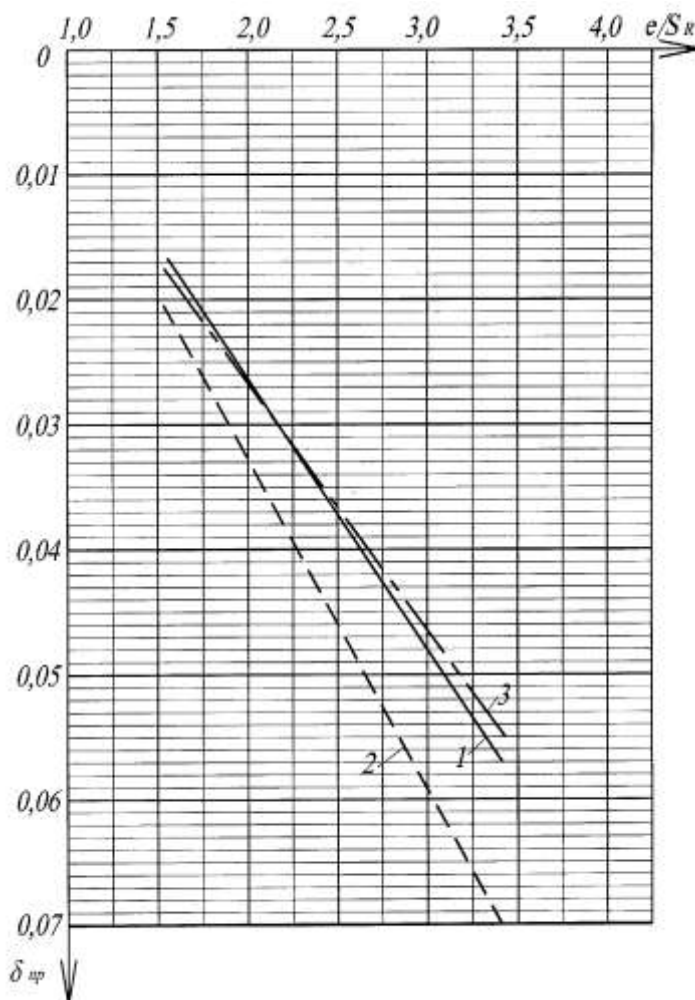
$$\delta=0,0049-0,0027(e/S_r) +0,0062(e/S_r)^2$$

корреляционное отношение  $\eta=0,79$  и стандартную ошибку  $s_\delta=0,11$ .

На четвертой стадии кроме связи  $\delta=f(e/S_r)$  исследовалась зависимость относительной просадочности грунтов от объема газов в грунте, т.е.:  $\delta=f(V_r)$ , где  $V_r=\gamma_s(e/\gamma-W)=n(1-S_r)$ .

Расчеты выполнены не только для микрорайона №2 Хлебного городка, но и для 10 и 14 микрорайонов СЖР г.Оренбурга для возможности сравнения разных районов по имеющимся выборкам.

На рисунке 2 нанесены линии регрессии  $\delta=f(e/S_r)$  для микрорайона №2 Хлебного городка, для 10 и 14 микрорайонов СЖР.



- 1 - по району "Хлебный городок"  $\delta=-0,0222+0,0270(e/S_R)-0,0009(e/S_R)^2$ ,
- 2 - по району 10 м.р. СЖР  $\delta=-0,0222+0,0279(e/S_R)-0,00005(e/S_R)^2$ ,
- 3 - по району 14 м.р. СЖР  $\delta=-0,0163+0,0227(e/S_R)-0,00035(e/S_R)^2$

Рисунок 2 - Линии регрессии  $\delta=f(e/S_R)$  для микрорайона №2 Хлебного городка, 10 и 14 м.р. СЖР

Существенное отклонение линии регрессии по 10 микрорайону от остальных двух можно объяснить тем, что изыскания были выполнены значительно раньше и двумя организациями ТИСИЗом и Фундаментпроектом. Кроме того методика компрессионных испытаний несколько отличалась от той которая принята в настоящее время.

На конечном этапе вычислены связи, как наиболее перспективные для  $\delta=f(S_r)$ ,  $\delta=f(V_r)$ ,  $\delta=f(e/S_r)$  при существенном увеличении образцов для микрорайона №2 Хлебного городка.

Дальнейшая попытка увеличения количества образцов для статической обработки не привела к увеличению коэффициента корреляции и уменьшению стандартной ошибки.

**Выводы.** Самое существенное влияние на относительную просадочность грунтов оказывают физические характеристики связанные с влажностью грунтов (весовая влажность и степень влажности).

Ни коэффициент пористости ни пористость не могут служить критериями даже для качественной оценки степени просадочности грунтов.

Тесно связаны с просадочностью грунтов отношение коэффициента пористости и степени влажности и объемом газов в грунте.

Связь между относительной просадочностью и  $e/S_r$  линейная. Связь между относительной просадочностью и объемом газов квадратичная.

При оценке степени просадочности грунтов по их физическим характеристикам рекомендуется принять следующие выражения:

$$\delta = -0,018 + 0,023(e/S_r)$$

$$\delta = 0,0022 - 0,64V_r + 1,057V_r^2$$

Кроме того для быстрой ориентировочной оценки степени просадочности грунтов по степени их влажности рекомендуется принять выражение:

$$\delta = 0,115 - 0,312 S_r + 0,228 S_r^2$$

или

$$\delta = 0,115 - 0,312 S_r$$

В дальнейшем целесообразно изучить связь относительной просадочности с отношением объема воды к объему минеральной части.

#### *Список литературы*

1 ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик – Введ. 1985–07–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1985.

2 ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Изд. Стандартов. 2010.

3 ГОСТ 20522-2012. Грунты. Метод статической обработки результатов испытаний. М.: Изд. Стандартов. 2012.

4 ГОСТ 23161-2012. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. М.: Изд. Стандартов. 2012.