

Научный руководитель: профессор Шведовский П.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Проблема региональной изменчивости и однородности строительных свойств грунтовых массивов в пределах строительных площадок всегда была и является актуальной проблемой в области любого строительства.

Достоверность оценочных показателей строительных свойств грунтов имеет сегодня как никогда большое значение, особенно при сложных инженерно-геологических условиях стройплощадок.

Выявление закономерностей распределения и формирования общих и специфических свойств грунтов является первичным при обосновании как методики определения, так и самих оценочных показателей.

Не менее очевидно, что в градостроительной практике, кроме знания изменчивости и неоднородности свойств грунтов в пределах инженерно-геологических элементов и участков, необходимы знания и по возможной изменчивости и неоднородности свойств и по инженерно-геологическим регионам.

Бесспорно, что это реально только при наличии достоверной методики отбраковки сомнительных данных, что обусловлено как многофакторностью природы свойств, так и различной представительностью, информативностью и точностью применяемых методов.

В настоящее время имеется множество методов расчета основных строительных (нормативных и расчетных) характеристик грунтов оснований инженерных сооружений, учитывающих как пространственные, так и временные особенности их формирования и изменения. При этом, если временная изменчивость относительно достоверно прогнозируемая, то пространственная, из-за своей специфичности, требует более тщательного и детального анализа [1, 2, 3, 4].

Обычно показатели однородности находят на основании статистических оценок, получаемых по выборочным данным, что связано с выполнением ряда вычислений. Вместе с тем, существует возможность оценить однородность, исходя из крайних значений ряда распределения, рассчитывая для этого величину S [5]:

$$S = \frac{1}{2} \frac{x_{\max} - x_{\min}}{x_{\max} + x_{\min}} \quad (1)$$

Выражение (1) получено в предположении нормальности распределения ряда наблюдений и установленного многочисленными исследованиями факта, что для грунтов разброс значений чаще всего укладывается в пределы $\bar{x} \pm 2b$.

Величина S вычисляется для плотности C_p , естественной влажности C_w и пределов пластичности C_{wL} , C_{wp} . Общий коэффициент однородности C_o находится, как сумма частных, т.е.

$$C_o = C_{po} + C_w + C_{wL} + C_{wp} \quad (2)$$

По величинам частных и общего коэффициента неоднородности породы классифицируются в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Степень однородности пород	Коэффициент однородности для				Общий коэффициент однородности (C)
	Плотности (C _p)	Влажности (C _w)	влажности на пределе		
				текущей (C _{wL})	раскатывания (C _{wр})
1	2	3	4	5	6
Весьма неоднородный	Больше 0,04	Больше 0,3	Больше 0,3	Больше 0,3	Больше 0,95
Неоднородный	0,03-0,04	0,20-0,30	0,20-0,30	0,20-0,30	0,65-0,95
Относительно однородный	0,01-0,03	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,30-0,65
Однородный	0,005-0,01	0,05-0,10	0,05-0,10	0,05-0,10	0,15-0,30
Весьма однородный	Меньше 0,005	Меньше 0,05	Меньше 0,05	Меньше 0,05	Меньше 0,15

Если по критерию C_o элемент оказывается неоднородным или обнаружены значения, подлежащие исключению, то после установления новых границ выборки показателей этого элемента вновь вычисляются все статистические характеристики [6, 7].

После окончательного установления границ инженерно-геологического элемента и подсчета статистических показателей необходимо переходить к определению расчетных характеристик.

Их выбор для инженерно-геологического элемента целесообразно проводить лишь при наличии достаточного для этого объема данных. В противном случае эта операция переносится на последующие уровни обобщения.

Разные величины для физических свойств x_p вычисляются по формуле

$$x_p = \frac{\bar{x}}{1 \pm t_{\alpha v} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}}, \quad (3)$$

где t_{αv} принимается по стандартным таблицам в зависимости от доверительной вероятности α и n-2 числа степеней свободы.

Для механических свойств (параметров прочности) - углов внутреннего трения и сцепления

$$x_p = \frac{\bar{x}}{1 \pm t_{\alpha v} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}}. \quad (4)$$

В последнем случае квадратичное отклонение вычисляется по формулам

$$\sigma_r = \sigma_r \sqrt{\frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^n P_i^2}; \quad \sigma_{\alpha\varphi} = \sigma_r \sqrt{\frac{n}{\Delta}}; \quad \sigma_{\tau} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n P_i (\operatorname{tg} \varphi^n + C^n - \tau_i)^2}. \quad (5)$$

где $\Delta = n \sum_{i=1}^n P_i^2 - (\sum_{i=1}^n P_i)^2$; P_i - нормальное давление.

Из формул (5) видно, что для выбора расчетных параметров прочности использован метод наименьших квадратов, который применим при соблюдении следующих условий:

- эмпирическое распределение величины τ при данном значении P должно отвечать нормальному закону распределения или не слишком существенно отличаться от него;

- значения τ должны быть независимы друг от друга;

- при всех величинах P средние квадратичные отклонения для τ должны быть равными.

Из приведенных условий первое и третье обычно не выполняются, т.к. величины сопротивления сдвигу чаще всего подчиняются логарифмически нормальному закону распределения, а разброс значений τ увеличивается с ростом P .

Так как при изучении свойств грунтов основной объем исследований приходится на определение физических характеристик, а механические же свойства изучаются на ограниченном числе образцов. При этом выборе расчетных показателей желательно использовать всю совокупность, то для решения этой задачи может служить способ оценки линейной зависимости по методу наименьших квадратов [6, 7], который применим для выбора любых расчетных показателей.

Региональную изменчивость строительных свойств можно описать с высокой достоверностью простыми статистическими методами, так как распределение показателей большинства характеристик подчиняется нормальному или логнормальному законам распределения.

Анализ и оценка однородности инженерно-геологических элементов и участков требует выбора обоснованной и достоверной методики систематизации и обобщения. В качестве наиболее значимых статистических способов проверки изменчивости свойств целесообразно использовать критерий Вальда-Вольфовитца (критерий числа скачков); критерий среднего квадрата последовательных разностей (P); критерий f^2 ; критерий корреляционного анализа \hat{r} ; тип распределения.

При анализе и оценке однородности участков эффективны и относительно равноценны по достоверности методы систематизации по группировке элементов с определением F -критерия и критерия Кохрена G .

Анализ и оценка однородности свойств грунтов в пространстве (район, область, регион) целесообразно проводить, используя региональные таблицы показателей свойств, с выделением отдельных выборок. Выделение трендов вполне осуществимо на 95% уровне достоверности с помощью F -критерия. Наибольшей информативностью обладает, как и в случае с инженерно-геологическим элементом и участком, критерий f^2 . Отбраковка сомнительных данных по свойствам, для любых распределений, эффективна по методу нормированных отклонений.

Литература

1. Бондарик Г.К. Основы теории изменчивости инженерно-геологических свойств горных пород. - М., Геолгиздат, 1971, 206 с.
2. Комаров И.С. Накопление и обработка информации при инженерно-геологических исследованиях. - М., Недра, 1972, 166 с.
3. Каган А.А. Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. - Л., Стройиздат, 1973, 144 с.
4. Мартыщенко Л.А. Математические задачи теории малых выборок и их приложение к испытаниям сложных технических систем. - Л.: МО СССР, 1975, 202 с.
5. Боровко Н.Н. Статистический анализ пространственных закономерностей. - Л., «Недра», 1971, 273 с.
6. Бусел И.А. Прогнозирование строительных свойств грунтов. Мн., Наука и техника, 1989, 219 с.
7. Колпашников Г.А. О системном подходе в инженерно-геологических исследованиях. //Геология и география. - Мн., Изд. БГУ, 1982, с. 92-99.