

3. Коган Р.И. Интервальные оценки в геологических исследованиях. - М.: Недра, 1986. - 178 с.
4. Родионов Д.А. Статистические методы разграничения геологических объектов по комплексу признаков. - М.: Недра, 1968. - 206 с.
5. Шведовский П.В., Бобков Н.К. Выбор гидрогеологических параметров при анализе и оценке баланса грунтовых вод // Геология и география, Вып. 1. - Мн.: Изд. БГУ, 1979. - 34-45 с.
6. Казимиров А.Н. Исследование закономерности формирования свойств грунтов и их изменчивости. Сб. конкурсных научных работ. БГТУ-2004. - Брест, 2004. - 174 с.

УДК 624.131.15 (155:138)

**МЕКШ Е.Э.**

**Научные руководители: Шведовский П.В., к.т.н., профессор, Курись Н.Г.**

### **АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И НЕОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ ГРУНТОВ В ПРЕДЕЛАХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ**

В качестве основного показателя изменчивости и неоднородности наиболее целесообразно использовать условное динамическое сопротивление грунта ( $P_d$ ), которое кроме структурной прочности отражает и основные водно-физические свойства (естественную влажность, плотность и коэффициент пористости) [1, 3].

В качестве инженерно-геологических полей нами рассмотрены – нижняя и верхняя зоны морены, флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения, как наиболее характерные для территории страны.

В соответствии с методикой [2, 6] нами были отбракованы сомнительные данные по условному динамическому сопротивлению грунта и с помощью ЭВМ по программе тренд-анализа [4, 5] были построены специализированные карты.

Анализ расчетного поля условного динамического сопротивления нижней зоны морены  $P_d^{**}$  позволяет отметить наличие четкой связи  $P_d^{**}$  с крупными геоморфологическими областями. При этом для центральной части характерна относительная однородность. Максимальное значение  $P_d^{**}$  характерно для северо-западной части, а минимальное – для южной зоны. При этом максимальные значения  $P_d^{**} = 11-12$ , а минимальные – 6-8.

Поле же среднего квадратического отклонения  $\sigma_{P_d}^{**}$  безразлично к структуре поля показателя  $P_d^{**}$ . Излишки  $\sigma_{P_d}^{**}$  вытянуты в направлении с северо-запада на юго-восток.

Что касается структуры поля  $P_d^{**}$ , то она отражает особенности тектонического строения территории, при этом модель имеет непрерывную структуру, что указывает на общность морены как единого геологического тела.

Для установления главных направлений изменчивости рассчитывались градиенты  $P_d^{**}$ . Следует отметить, что общим генеральным направлением является направление с северо-запада на юго-восток, т.е. вдоль долин Западной Двины и Припяти. Некоторая изменчивость  $P_d^{**}$  характерна и вдоль долин Сожа и Днепра.

Что касается расчетного поля  $P_d^{**}$  для верхней зоны морены, то следует отметить следующее:

- вытянутость элементов структуры поля проявляется в юго-восточном направлении;
- в центральной части изолинии  $P_d^{**}$  хорошо согласуются с направлением долин Березины и Случи и являются относительно однородными по сравнению с периферийными участками;
- максимальные значения  $P_d^{**}$  приурочены к юго-западной и северо-восточной зонам.

Структура поля среднего квадратического отклонения  $\sigma_{P_n}^{**}$  верхней зоны морены фактически является аналогом поля  $P_D^{**}$ . При этом центральная и юго-восточная части более однородны. Значения  $\sigma_{P_n}^{**}$  изменяются в них в пределах 0,8-0,9. В юго-западной и северо-восточной частях территории располагаются поля с максимальными  $\sigma_{P_n}^{**} \geq 1,4$ , а в северо-западной части – с минимальными  $\sigma_{P_n}^{**} < 0,8$ .

Структурные элементы полей выражены слабо, что позволяет отметить однородность поля  $P_D^{**}$  для все территории страны.

По аналогии с полями  $P_D^{**}$  для нижней морены были проанализированы главные направления изменчивости полей с помощью градиентов и модуля изотропности.

Максимальные градиенты поля  $P_D^{**}$  соответствуют направлению с севера на юг и с запада на восток. В таких же направлениях наблюдаются и максимальные градиенты среднего квадратического отклонения  $\sigma_{P_n}^{**}$  и коэффициентов изменчивости.

Главные направления изменчивости  $P_D^{**}$  отражают ориентацию долин Припяти, Немана и Западной Двины.

Мера рассеяния  $P_D^{**}$  характеризуется резкой анизотропией, особенно в юго-западной и северной областях.

Анализ полей  $P_D$  верхней и нижней зон морены указывает на их разную структуру. Для выяснения особенностей в различии их формирования была составлена карта разностей условного динамического сопротивления ( $\Delta P_D$ ) нижней и верхней зоны морены.

Анализ карты  $\Delta P_D$  позволяет отметить, что поля разностей условного динамического сопротивления нижней и верхней зоны морены в общих чертах повторяют структуру поля нижней зоны морены ( $P_D^{**}$ ). А это определяет тот факт, что структура поля  $P_D^{**}$  верхней зоны морены определяется только вторичными процессами. И в целом значительные изменения в прочности пород характерны для центральной части, а минимальные – для южной зоны.

Так как одной из мер сравнения полей показателем  $P_D^{**}$  и  $P_D^{**}$  является и степень изменчивости сжимаемости ( $\lambda$ ) моренных грунтов, т.е.

$$\lambda = \frac{E_n}{E_v} = \frac{P_D^n}{P_D^v}, \quad (1)$$

где  $E_n$  и  $E_v$  – модули деформаций нижней и верхней зон морены, которая в некоторой мере дает представление о взаимоотношениях прочностных и деформационных свойств слоев морены, то была построена и карта изменчивости сжимаемости моренных грунтов  $\lambda$ .

Ее анализ показывает, что максимальная степень изменчивости  $\lambda \geq 2$  характерна для юго-восточной зоны, а относительная однородность  $\lambda \leq 1,5$  характерна для северной и юго-западной части.

Не меньшее значение имеет и знание пространственной изменчивости свойств озерно-ледниковых отложений (ленточных глин и суглинков) формирующих северную часть территории страны.

Анализ расчетных полей показывает, что значение  $P_D^n$  уменьшается от периферии к центру, но ориентация идет вдоль долины Западной Двины. Диапазон изменений  $P_D^n = 2,0 \div 5,0$ , соответствующий диапазону изменений коэффициента пористости  $e = 0,5 \div 0,8$ .

Что касается закономерностей пространственной изменчивости физико-механических свойств флювиогляциальных песков, то они идентичны морене. Анализ полей среднего

квадратического отклонения  $\sigma_{R_d}^\Phi$  и  $R_d^\Phi$  для флювиогляциальных песков показывает относительную однородность в распределении  $R_d^\Phi$ . При этом максимальное значение ( $R_d^\Phi = 6,2 - 6,8$ ) характерно для восточной и центральной части, а минимальное – для юго-западной ( $R_d^\Phi = 5,2 \div 5,8$ ).

Поле среднего квадратического отклонения  $\sigma_{R_d}^\Phi$  полностью симметрично полю  $R_d^\Phi$ . Значение  $\sigma_{R_d}^\Phi$  изменяется в пределах от 0,7 до 1,2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колпашников Г.А. Особенности инженерно-геологического районирования территории Белоруссии в связи с рациональным использованием геологической среды. - Мн.: Наука и техника, 1977. - 203 с.
2. Райфа Г. Анализ решений. - М.: Колос, 1980, 374 с.
3. Трофимов В.Т. Инженерно-геологическая типизация и районирование территории. М., Стройиздат, 1982. - 169 с.
4. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерной геологии. - М.: Мир, 1969. - 395 с.
5. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. - М.: Мир, 1973. - 291 с.
6. Шарапов И.П. Применение математической статистики в геологии. - М.: Недра, 1965. - 308 с.

УДК 624.012.46

**ДРАГАН А.В.**

*Научный руководитель: Тур В.В., д.т.н., профессор*

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ СЕРПОВИДНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Для определения напряжений сцепления для арматуры серповидного профиля было изготовлено 10 экспериментальных образцов, состоящих из арматурного стержня класса S400 диаметром  $\varnothing 28$ мм и длиной 600мм и бетонного куба с размером грани 200мм, расположенного посередине стержня. Для бетонирования использовались 2 состава с одинаковым водоцементным соотношением ( $w/c=0,41$ ), но с различным количественным соотношением компонентов: состав 1 - Ц:П:Щ=1:1,6:2,5; состав 2 - Ц:П:Щ=1:1,7:1,9. Бетон для двух партий соответствовал классу бетона по прочности на сжатие С16/20 [1]

В качестве нагружающего устройства использовалась испытательная машина ИР-5145-500-11. Для регистрации деформаций внутри по длине арматурного стержня были наклеены 12 тензорезисторов. Нагрузка прикладывалась ступенями по 10кН до разрушения бетонной части образцов. При каждом уровне нагрузки фиксировались показания с тензорезисторов.

Разрушение всех образцов происходило по одной и той же схеме: при нагрузке примерно 280-300кН образовывались радиальные трещины на верхней и нижней грани бетонного куба, исходящие от арматурного стержня к боковым граням образца (рис.1,а). Затем при незначительном увеличении нагрузки посередине бетонного куба образовывалась и развивалась поперечная трещина, проходящая по всем боковым граням (рис.1,б), а радиальные трещины, образованные ранее, переходили и распространялись по боковым граням. Образование поперечной трещины на боковых гранях бетонного куба свидетельствует о том, что деформации вблизи анкера равнялись нулю. Разрушающие усилия для всех образцов приведены в таблице 1.