

УДК 624.131

Т.П. Мокрицкая

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ
ФОРМАЦИИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
(на примере г. Днепродзержинска).**

Изучены закономерности изменчивости инженерно-геологических условий в зоне влияния транспортных сооружений, на участках техногенного замачивания и деформаций. Определены критерии нарушения состояния массива в зоне влияния транспортного сооружения.

Ключевые слова: лесс, критерии, состояние.

Вивчено закономірності мінливості інженерно-геологічних умов в зоні впливу транспортних споруд, на ділянках техногенного замочування і деформацій. Визначено критерії порушеності стану масиву в зоні впливу транспортної споруди.

Ключові слова: лес, критерії, стан.

The regularities of variability geological conditions in the zone of transport facilities in the areas of technological soaking and strains. The criteria of disorders of the array in the zone of influence of the transport facilities.

Key words: loess, the criteria state.

Постановка проблемы. Современные представления о сущности и факторах просадочных деформаций разработаны Абелевым Ю.М., Ларионовым А.К., Денисовым Н.Я., Трофимовым В.Т. и др. Прогноз величины деформаций выполняется без учета особенностей деградации просадочности как инженерно – геологического процесса. Просадка рассматривается как деформация линейно-деформируемой среды, реализуемая при условии превышения давления и влажности пороговых значений[1]. В зоне влияния транспортных сооружений особенности деградации просадочных свойств могут не соответствовать установленным закономерностям[2].

Фактический материал и методика исследований. Изучены закономерности изменчивости инженерно-геологических условий в зоне влияния транспортных сооружений, на участках техногенного замачивания и деформаций. Материалы предоставлены автору для исследования специализированными организациями инженерно-геологического и геологического профиля – ОАО «Днепрогипротранс», ГП «Укрюжгеология».

Изложение результатов исследований. На объекте 1 изыскания выполнялись неоднократно (1974, 1995 и 1998 гг.), в связи с необходимостью выяснения причин деформаций опоры путепровода. Участок расположен в зоне влияния железной дороги, автомобильного путепровода (рис 1).

© Мокрицкая Т.П., 2013

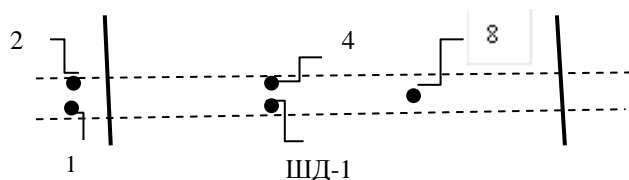


Рис. 1. Схема расположения выработок.

Условные обозначения:

- - автодорожный путепровод ; ● - скважина или шурф-
дудка
————— железнодорожные пути

Деформации опоры вызваны присутствием обводненной линзы на участке, ограниченном скважинами 1,2,4. Скважины 1,2 пройдены на участке с большей мощностью насыпных грунтов, в районе скважины 4 мощность обводненной толщи меньше.

Выдержанный горизонт подземных вод залегает на глубинах от 12,7-13,3 м до 18,6-19,0 м. В разрезе, до изученной глубины 32,0 м, присутствуют неоднородные по гранулометрическому составу и состоянию насыпные грунты, залегающие на *причерноморско-дофиновских, бугских, кайдакско-прилукских* отложениях перигляциальной формации. Участок расположен на плато, являющемся водоразделом бассейнов рек Днепр и Мокрая Сура.

В объеме всей выборочной совокупности данных об инженерно-геологических свойствах (результатов лабораторных определений свойств просадочных грунтов, 1998 г., общее количество образцов *правно* 83), массив статистически однороден и симметричен, за исключением показателей механических свойств. Матрица корреляций полная, с глубиной коррелируют практически все показатели, коэффициенты ранговой корреляции высоки в стандартных сочетаниях, например, плотности частиц *PLS* и влажности на границе текучести, д. ед., *WL*. Такие признаки соответствуют не нарушенным или слабо нарушенным природным условиям. Тем не менее, достоверных уравнений множественной регрессии показателей физических свойств, в различных сочетаниях, несмотря на высокие значения парной ранговой корреляции, получить не удалось. Несоответствие результатов корреляционного и регрессионного анализа указывает на ложность данных или на ложный характер корреляций. В данном случае, можно утверждать, что высокие значения коэффициента ранговой корреляции имеют ложный характер из-за искусственной (наведенной) упорядоченности – мультиколлинеарности [3].

Анализ закономерностей пространственной изменчивости свойств формации, выполненный в отдельных точках, показал, что особенности корреляции и регрессии, автокорреляции показателей физических, механических свойств грунтов между собой и с глубиной отбора можно связать с неоднородностью техногенного воздействия (рис. 2). Зона техногенного замачивания максимальна в скважине 2, что привело к корреляции природной влажности с глубиной. Искусственная упорядоченность проявляется в том, что корреляция влажности не подтверждается результатами регрессионного анализа в скважинах 2 и 8 (табл. 1).

Отсутствие или ложный характер корреляции между переменными в таких сочетаниях, как пределы пластичности *WL* и *WP*, плотности грунта *PL* и природной влажности *W*, указывает на несоответствие природным закономерностям, состояние, близкое к хаотическому. Получены устойчивые, для определенного интервала значений, модели регрессии между показателями физических свойств, глубиной (зависимая переменная – плотность), между показателями физического состояния грунта и прогнозными – механическими реакциями. Во втором случае, выполнен статистический анализ на каждой ступени компрессионных испытаний,

в состоянии природной влажности и полного водонасыщения, в интервале 0,05-0,3 мПа. Зависимые переменные - абсолютные деформации на ступени 0,05 мПа (*DEF0,05* и *DS0,05*, см.табл.1). Вид и параметры моделей регрессии указывают на присутствие эффекта мультиколлинеарности, так как значения параметра AR^2 близки к единице у моделей регрессии на участке локального обводнения (скв. 2; ШД-1). Уравнение, полученное по результатам анализа данных из скважины 8, с высокой достоверностью характеризует влияние глубины на значения плотности грунта как слабое в этой точке. Существование ложных корреляций (скважина 2) и моделей регрессии с признаками мультиколлинеарности(скважина 1) установлено в зоне с комплексным (механическим и гидродинамическим) техногенным воздействием. В зоне гидродинамических воздействий меньшей интенсивности (скважина 4) получена единственная модель регрессии плотности грунта и глубины, указывающая на нелинейный характер связи, что указывает на обводнение как фактор искусственного упорядочивания. Мультиколлинеарность моделей связи механических и физических показателей в этой зоне подтверждается отсутствием корреляции.

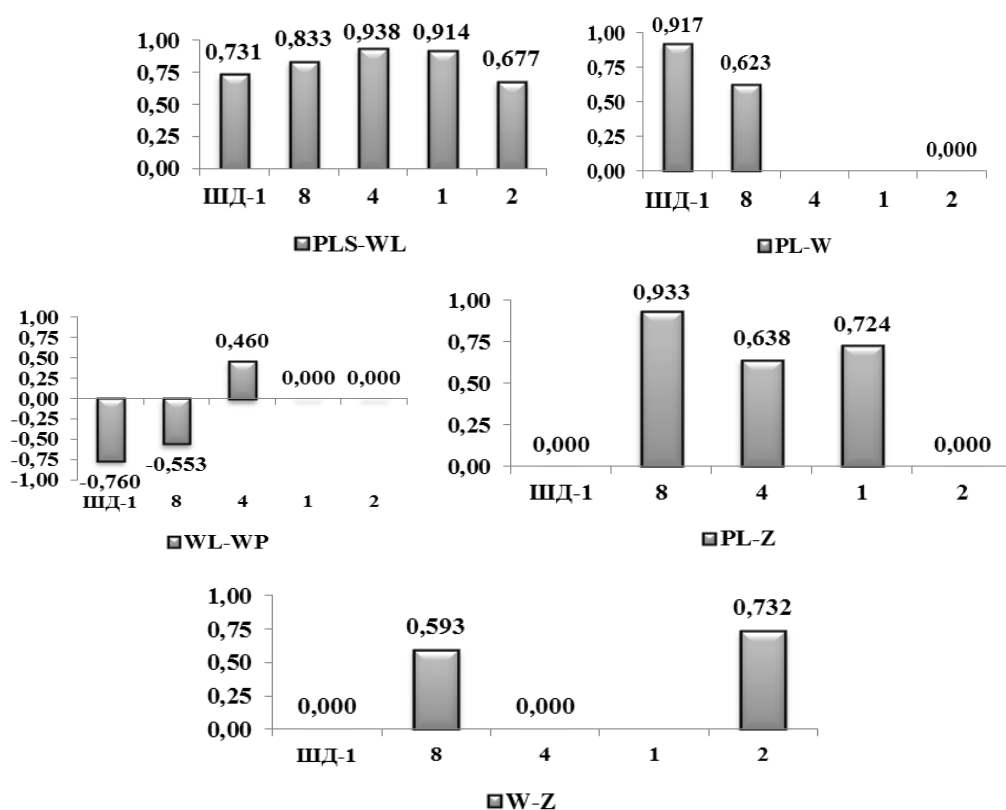


Рис. 2. Коэффициенты парной ранговой корреляции.

Примечание: 1. ■ - Величина коэффициента парной ранговой корреляции переменных: пределы пластичности *WL* и *WP*, д. ед.; плотность частиц грунта *PLS*, г/см³ и верхний предел пластичности *WL*; д. ед.; плотность грунта *PL* г/см³; и природная влажность *-W* д. ед.; плотность грунта *PL* г/см³ и глубина отбора *Z*, м; природная влажность *W* д. ед. и глубина отбора *Z*, м.
 2. ШД-1, 8, 4, 1, 2 – шурфо-дудка 1 и скважины 8, 4, 1, 2 .
 3. 0,731- величина коэффициента парной ранговой корреляции переменных *PLS* и *WL* в шурфо-дудке 1.

Моделі регресії (1998 г., Дніпродзержинськ).

Таблиця 1.

| Номер скважини | Модель регресії | Параметр моделі AR^2 |
|----------------|---|------------------------|
| 1 | $PL = -25,248 + 0,002Z - 2,461WL + 10,385PLS$ | 0,927 |
| 4 | $PL = 1,82 + 0,009Z^*$ | 0,214 |
| | $DEF0,05 = 6,381 + 1,334WP + 0,394W$ | 0,985 |
| | $DEF0,1 = 12,393 - 0,002Z + 0,954WL + 1,84WP - 4,388PLS + 0,603W$ | 0,999 |
| | $DS0,05 = 13,42 - 4,694PLS$ | 0,956 |
| | $DS0,1 = 18,94 + 2,23WL + 0,463W - 6,89PLS$ | 0,994 |
| 8 | $PL = 1,772 + 0,01Z^*$ | 0,716 |

Примечание: 1. См. прим. рис. 2. * - парное уравнение регрессии.

Так как упорядоченные по глубине отбора последовательности могут обладать связностью, выполнен автокорреляционный анализ по данным, полученным в точках 2, 4 и 8. В точке 1 – автокорреляция отсутствует (табл.2). При идентификации параметров моделей авторегрессии задавался лаг 5, 6. Модели представлены, в подавляющем большинстве, уравнениями авторегрессии первого порядка с величиной структурного параметра $p(1)$ больше 0,5, что указывает на достаточно сильное влияние связности значений в ряду на изменчивость показателей по глубине. Сильнее автокорреляция выражена в изменчивости плотности грунта, нижнего предела пластичности, чем в рядах значений влажности и плотности частиц, что указывает на приобретенную или восстановленную, в результате механических динамических воздействий на основание автомобильного путепровода, связность значений в ряду.

Можно сделать вывод о том, что гидродинамическое воздействие не способствует проявлению «памяти» рядов данных в условиях постоянных динамических механических воздействий.

Таблиця 2.

Моделі авторегресії послідовностей своїх і їх параметри.

| Номер точки | Ряд значень показателя | Параметри моделі авторегресії | | |
|-------------|------------------------|-------------------------------|--------|--------|
| | | Const | $p(1)$ | $p(2)$ |
| 2 | WP | 0,184 | 0,716 | |
| | W | 0,192 | 0,560 | |
| | PLS | 2,679 | 0,488 | |
| 4 | WP | 0,190 | 0,449 | |
| | W | 0,204 | 0,591 | |
| | PLS | 2,675 | 0,512 | |
| 8 | PLS | 2,672 | 0,600 | |
| | PL | 1,854 | 0,730 | 0,270 |

Примечание: Const – постоянная; $p(1)$, $p(2)$ – параметры модели авторегрессии последовательностей свойств.

Объект 2. Проанализированы результаты инженерно-геологических исследований, выполненных в зоне влияния железнодорожной станции *Баглей* (1938 г., автор - инженер Рипский Е.В.). Изыскания выполнялись для установления причин деформаций полотна. Площадка расположена на правом э склоне долины р. Днепр,

в зоне активизации древней эрозионной формы, мощность эрозионного вреза составляла 30,0 м. Уровень подземных вод был встречен на глубинах 25,5 -26,0 м. В геологическом строении выделены четвертичные лессовидные отложения мощностью до 50,0 м, перекрытые насыпными грунтами изменчивого литологического состава. Корреляция с материалами геологических исследований позволила определить стратиграфическую принадлежность горизонтов по их визуальным признакам, глубинам и абсолютным отметкам распространения. Исследованы свойства грунтов в зоне влияния железной дороги, характеризующие состояние преимущественно *прилукско-кайдакские, завадовские, лубенские* отложений, средняя глубина отбора монолитов составила 15,55 м. Статистический анализ показал, что несимметричность и неоднородность присуща гранулометрическому составу изучаемых отложений. Распределения показателей физических свойств – природной влажности, плотности частиц грунта, пределов пластичности, являются статистически однородными: коэффициент вариации 103 проб различных по возрасту палеопочвенных горизонтов не превышает 0,2. В работах Ларионова А.К. указано, что для лессовых и лессовидных отложений характерна изменчивость гранулометрического состава [4, с. 135]. Высокая степень однородности в основании насыпи железной дороги (1938 г.) подтверждает, что в зоне механических динамических воздействий, вариативность и симметричность ритмичных палеопочвенных отложений искусственно снижена. Искусственный характер статистической однородности подтверждают результаты корреляционного, регрессионного и автокорреляционного анализа. Матрица корреляций неполная, связь с глубиной только у значений плотности частиц – остальные переменные не имеют четкой связи с глубиной (табл.3), а пределы пластичности не имеют корреляции так же, как описано выше (см. объект 1).. Нелинейна связь с глубиной плотности частиц - значение параметра модели линейной регрессии AR^2 равно 0,164, табл. 4. Порядок коэффициента при переменной глубина и значение параметра AR^2 указывают на флуктуации плотности частиц вокруг среднего, что подтверждается результатами анализа параметров модели авторегрессии упорядоченной по глубине отбора последовательности (табл. 5). Величина структурного параметра модели авторегрессии первого порядка высока, что указывает на приближение состояния к хаотическому по типу процесса $DSP[5]$, так как значения больше в 1,5-2 раза по сравнению со значением, полученным в зоне механического влияния двух транспортных объектов и гидродинамического воздействия.

Матрица корреляций свойств формации в зоне влияния железной дороги (1938 г. Днепродзержинск).

Таблица 3.

| | R0,005 | RL0,005 | WL | WP | W | PLS |
|----------------|---------------|----------------|-----------|-----------|----------|------------|
| R0,01 | -0,477 | -0,505 | -0,733 | | 0,493 | |
| R0,005 | 1,000 | | | -0,661 | | |
| RL0,005 | | 1,000 | | | -0,417 | |
| WP | -0,661 | | | 1,000 | | |
| W | | -0,417 | | | 1,000 | |
| z | | | | | | 0,461 |

Модель детерминированной компоненты изменчивости плотности частиц перигляциальной формации по глубине.

Таблица 4.

| Объект | Модель парной регрессии | Параметр модели AR^2 |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| 2, г. Днепродзержинск | $PLS=2,567+0,004Z$ | 0,164 |

Модель авторегрессии упорядоченной по глубине последовательности значений плотности частиц.

Таблица 5.

| Объект | Переменная | Параметры модели | |
|-----------------------|------------|------------------|-------|
| | | const | p(1) |
| 2, г. Днепродзержинск | <i>PLS</i> | 2,62 | 0,832 |

Выводы

Реконструкция состояния перигляциальной формации в зоне влияния транспортных объектов дала возможность установить, что, независимо от абсолютного значения времени определений свойств, в зоне механического влияния железной дороги состояние массива нарушено. Критерии нарушенности, состояния в результате динамических техногенных воздействий следующие:

- несоответствие вариативности и асимметричности статистической структуры данных природной цикличности массива;
- нарушение связи значений показателей свойств с пространственными координатами и восстановление ложных корреляционных связей между показателями физических и механических свойств;
- высокие значения структурного параметра модели авторегрессии первого порядка;
- повышение порядка моделей авторегрессии в зоне гидродинамических воздействий.

Библиографические ссылки

1. **Мустафаев.А.А.** Основы механики просадочных грунтов./А.А. Мустафаев.- М.:Стройиздат, - 1978, з- 263 с.
2. **Мокрицкая Т.П.** Некоторые результаты оценивания свойств просадочных грунтов в зоне влияния множества источников// ВІСНИК ОНУ, т.17.,-Серія «Географія, геологія», Випуск 3(16).-2012.
3. **Магнус Я.Р.** Эконометрика. Начальный курс./ Я.Р. Магнус, П.К. Катыхев,А.А. Пересецкий//Учеб.-6-еизд. - М.:Дело, 2004-576 с.
4. **Ларионов А.К.** Лессовые породы СССР и их строительные свойства./ Ларионов А.К., Приклонский В.А., Ананьев В.П.-М:Госгеолтехиздат.-1959.- 367 с.
5. **Канторович Г. Г.** Анализ временных рядов/Г.Г. Канторович// Экономический журнал ВШЭ.-2002.- №1,2. –С. 85-116, 251-273.

Надійшла до редколегії 4.03.2013