

П. Г. ЧЕРНЯГА, А. Г. КАСЯНЧУК, В. А. СЯСЬКИЙ

УЧЕТ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕФОРМАЦИИ
СООРУЖЕНИЙ АЭС

Одним из доминирующих факторов, влияющих на деформации сооружений, являются гидрогеологические условия района [1, 2].

Площадка АЭС расположена на водоразделе в пределах конечно-моренной гряды. Естественный рельеф площадки — ровный, сглаженный с перепадом высот до 4 м. Площадка сложена протерозойскими, верхнелессовыми, палеогеновыми и четвертичными породами, которые в гидрогеологическом отношении представляют взаимосвязанный комплекс водоносных горизонтов с различной степенью обводненности. Река во время паводка практически не влияет на уровень грунтовых вод промплощадки.

Утечка вод изменяет режим, температуру и химический состав грунтовых вод, вследствие чего изменяется несущая способность грунтов и происходят деформации фундаментов сооружений. Самым обобщающим признаком утечки воды из гидротехнических сооружений промышленного объекта является повышение уровня грунтовых вод на территории площадки. При повышении уровня грунтовых вод образуется общий купол с микрокуполами в месте утечки производственных или поверхностных вод. Следовательно, при изучении деформации фундаментов сооружений необходимо анализировать высокоточные геодезические измерения в тесной связи с гидрогеологическими условиями объекта.

Рассмотрим изменение уровня грунтовых вод четвертичного горизонта — ближайшего к поверхности земли и фундаментам инженерных сооружений. На площадке гидротехнических сооружений, как и на площадке АЭС, отмечается весьма мобильный характер изменения уровня грунтовых вод (рис. 1, 2). Регулярные наблюдения за уровнем грунтовых вод начались в сентябре 1983 г., пуск первого блока — в конце 1980 г., второго — через год, третьего — в начале 1987 г. Максимальный уровень грунтовых вод зафиксирован в 1983 г. — 5...10 м, а в отдельных случаях — 3...5 м от поверхности земли. Максимальная высота купола грунтовых вод отмечена в районе гидротехнических сооружений — в месте сближения подводящего и отводящего каналов, где повышение уровня грунтовых вод в 1982 г. по сравнению с 1969 г. составило около 9 м вместо прогностического проектного, равного 1 м (рис. 1, а, б; 2, а). На рис. 1, в круто восходящая ветвь пика уровня соответствует двум завершающим строительством и последующим трем годам эксплуатации стан-

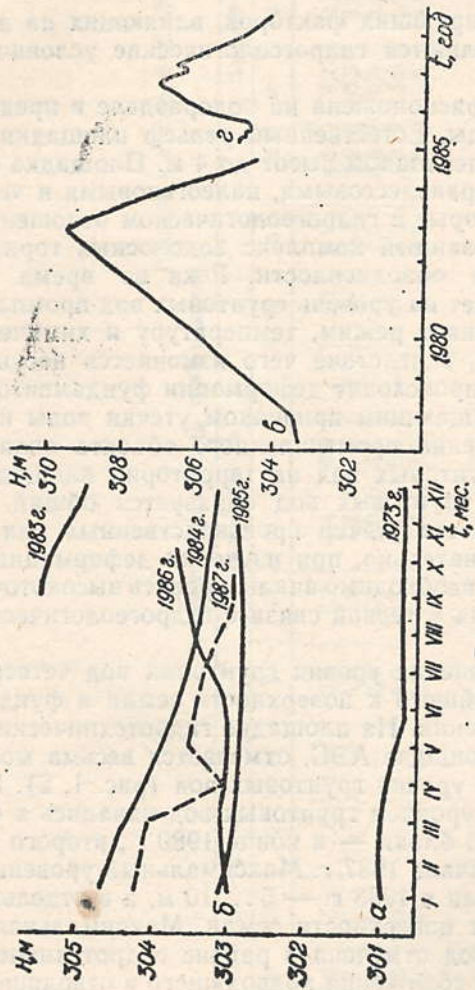


Рис. 1. Изменение уровня грунтовых вод на площадке гидротехнических сооружений в период изысканий (а); в период эксплуатации АЭС (б); при строительстве и эксплуатации первого и второго блоков (в); перед и после пуска третьего блока (г).

ции. Аналогичный всплеск уровня грунтовых вод прослеживается и на рис. 1, г — при заполнении водой за полгода до пуска и после пуска гидросооружений третьего блока. «Зазубрина» нисходящей ветви уровня в начале 1987 г. соответствует опорожнению гидросооружений третьего блока для выполнения ремонтных работ по усилению гидроизоляции (перед одиннадцатым циклом измерений (рис. 1, б)). Очевидно, процесс повышения уровня грунтовых вод происходит до водонасыщения грунтов с

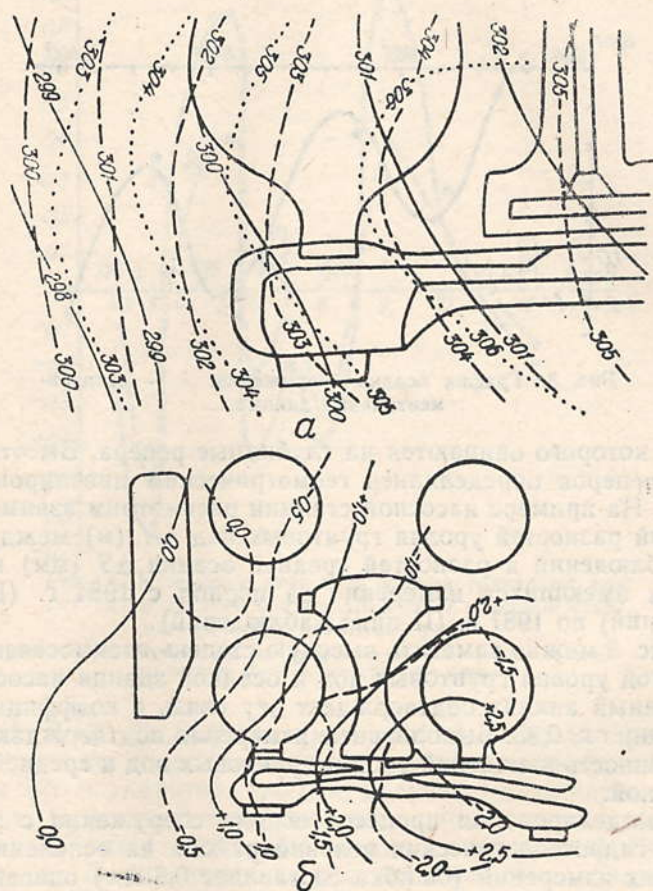


Рис. 2. Площадные изменения уровня грунтовых вод на площадке гидротехнических сооружений:

- а — карта гидроизогипс: — на 09. 1969 г. (период изъязканий);
 на 12. 1983 г. (эксплуатация первого и второго блоков);
 - - - - на 12. 1987 г. (эксплуатация первого-третьего блоков);
 б — карта разностей уровней: — за период с 12. 1985 по 10. 1986 гг.; - - - - за период с 10. 1986 по 10. 1987 гг.

последующей стабилизацией и его понижением вследствие уменьшения утечки вод после ремонта гидросооружений, что подтверждалось как на гидросооружениях первого и второго бло-

ков, так и третьего блока. Характерные «приливы» и «отливы» уровня грунтовых вод, связанные с пуском третьего блока, показаны на рис. 2, б, где выше горизонтали +2,5 м отмечается образование купола в районе гидросооружений третьего блока.

Рассмотрим влияние обводнения территории на здания и сооружения. Здания и сооружения станции охвачены наблюдениями за осадками в промежуток времени с 1980 по 1984 гг. Осадки измерялись методом геометрического нивелирования II клас-

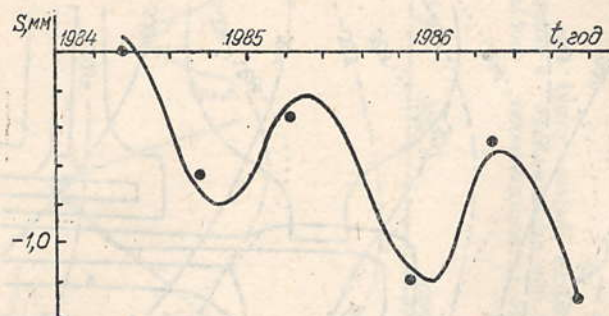


Рис. 3. График осадки сооружения: · — экспериментальные данные.

са, ходы которого опираются на глубинные репера. Высоты глубинных реперов определялись геометрическим нивелированием I класса. На примере насосной станции рассмотрим взаимосвязь изменений разностей уровня грунтовых вод ΔH (м) между циклами наблюдений и разностей средней осадки ΔS (мм) по материалам имеющихся измерений за период с 1984 г. (I цикл наблюдений) по 1987 г. (II цикл наблюдений).

Из рис. 3 можно заметить высокую степень взаимосвязи между высотой уровня грунтовых вод и осадкой здания насосной, а выполненный анализ подтверждает эту связь с коэффициентом корреляции $r \approx 0,83$. Выполненные измерения подтверждают также и сезонность изменений уровня грунтовых вод и средней осадки насосной.

Для моделирования процесса осадки сооружения с учетом влияния гидрогеологических условий района на основании геодезических измерений (ошибка составляет 0,3 мм) описаны математические зависимости, сущность которых заключается в следующем.

Среднюю осадку S фундамента представим как функцию времени в виде

$$S = S_{\text{в}} + S_{\text{ц}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{в}}$ — осадка, вызванная действием массы здания, которую будем аппроксимировать многочленом; $S_{\text{ц}}$ — осадка, вызванная циклическими факторами (грунтовые воды, состояние грунта в зависимости от времени и т. д.), которые год от года имеют тен-

тенцию повторяться. Составляющую $S_{\text{п}}$, отражающую сезонность процесса, аппроксимируем конечным рядом Фурье. Тогда выражение (1) имеет вид

$$= \sum_{i=0}^n a_i t^i + \sum_{j=1}^m [A_j \cos 2\pi j(t + \varphi_0) + B_j \sin 2\pi j(t + \varphi_0)]. \quad (2)$$

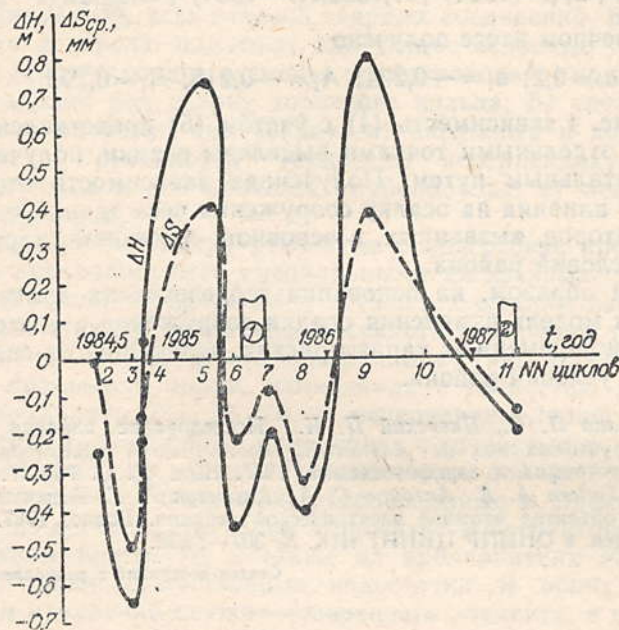


Рис. 4. Измерение разностей уровня грунтовых вод ΔH (м) и средней осадки $\Delta S_{\text{ср}}$ (мм) насосной станции между циклами измерений:

1 — опорожнение и ремонт гидросооружений первого и второго блоков; 2 — то же третьего блока.

Здесь $a_i (i=0, n)$, $A_j, B_j (j=1, m)$ — коэффициенты, подлежащие определению; m, n, φ_0 выбираются в зависимости от точности формулы (2) и характера осадок, полученных экспериментальным путем. При нашей точности измерений будем предполагать, что $2m+n < l$, где l — количество циклов измерений. Коэффициенты a_i, A_j, B_j определим из условий минимума функции

$$F = \sum_{k=1}^l [S(t_k) - S_k]^2, \quad (3)$$

где $S_k, S(t_k)$ — соответственно средние осадки фундамента, полученные экспериментально и по формуле (2) в момент времени t_k .

В качестве примера определена аналитическая зависимость осадок фундамента от времени одного из сооружений АЭС. Из-

мерения проводились весной и осенью в течение 1984—1986 гг. и приведены ниже:

t , год	1984,35	1984,79	1985,21	1985,85	1986,27	1986,75
S_A , мм	0	-0,65	-0,33	-1,20	-0,47	-1,31

Аппроксимирующая формула (2) выбиралась в виде

$$S = a_0 + a_1(t - 1984) + A_1 \cos 2\pi(t - 1984) + B_1 \sin 2\pi(t - 1984). \quad (4)$$

В конечном итоге получено

$$a_0 = 0,2; a_1 = -0,294; A_1 = -0,218, B_1 = 0,293. \quad (5)$$

На рис. 4 зависимость (4) с учетом (5) представлена графиком, где отдельными точками выделены осадки, полученные экспериментальным путем. Полученная зависимость отображает характер влияния на осадку сооружения веса здания и циклических факторов, вызванных, в основном, влиянием гидрогеологических условий района.

Таким образом, на основании геодезических измерений мы получили модель изменения осадки сооружения с учетом пространственно-временных характеристик, зависящих от гидрогеологических условий района.

1. Павлов П. В., Пневский П. И. Исследование влияния изменения уровней грунтовых вод на результаты высоченного нивелирования // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1987. Вып. 46. С. 75—77. 2. Черняга П. Г., Тадеев А. А., Антонов С. А., Касянчук А. Г. Аспекты изучения движений объектов атомной электрической станции. Ровно, 1987. С. 11. — Рукопись деп. в ОНИПР ЦНИИГАЙК. № 307—Гд88.

Статья поступила в редколлегию 25. 05. 90

УДК 528.48

Т. Г. ШЕВЧЕНКО

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДА БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Ежегодный прирост строительства трасс промышленных и магистральных трубопроводов в нашей стране составляет около 10 000 км. Элементы для сборки трубопроводов большого диаметра (1000...1250 мм) поступают на трассу отдельными трубами длиной до 12 м или в виде плетей, собранных на трубо-сварочных базах и представляющих собой соединения двух-трех труб. Одним из основных видов строительного-монтажных работ, от качества которых зависит надежность трубопроводов, является сварка, соединяющая отдельные элементы, поступающие

© Шевченко Т. Г., 1992