

Кокумбаева К.А., Алибаев А.П.

Влияние колебания уровня воды в водохранилище на смещение по трещинам в створе Токтогульской ГЭС.

В данной статье рассмотрены влияния колебания уровня воды в водохранилище за осенний период на смещение по трещинам скального блока №3 неустойчивого массива 59-1 в створе Токтогульской ГЭС. По данным СЭНН КТГЭС построены зависимости и проведены соответствующие анализы. Установлено, что уровень воды в водохранилище оказывает влияние на смещение по трещинам и в свою очередь вызывает изменение напряженно – деформированного состояния прилегающего к водохранилищу массива горных пород.

Изучение развития деформационных процессов в склонах, выполняемые путем непрерывных измерений и наблюдений за деформациями и смещениями на специально оборудованных наблюдательных станциях на участке расположения Токтогульской ГЭС, позволяет осуществлять непрерывный контроль за состоянием их устойчивости с учетом природных и техногенных воздействий. При этом одной из важнейших задач является оценка влияния колебаний уровня воды в водохранилище на напряженно-деформированное состояние массива горных пород.

Установлено, что влияние уровня воды в водохранилище на НДС склонов зависит от соотношения глубины долины и водохранилища. В случае, когда глубина долины в 6 раз превышает глубину водохранилища, влияние водохранилища на распределение и величины напряжений невелико, так как напряжения, обусловленные собственным весом пород немного больше дополнительных напряжений, возникающих под действием воды в водохранилище [1].

Необходимо отметить, что в Токтогульском створе глубина каньона составляет от 1200 до 1500м, а глубина водохранилища – 900м. В данном случае глубина каньона в 1,3 – 1,7 раза превышает глубину водохранилища, т.е. влияние водохранилища на НДС неустойчивых скальных блоков в Токтогульском створе является значительным.

Исследования показывают [2], что при создании водохранилища в склонах каньона независимо от типа среды (однородная, неоднородная, анизотропная) можно выделить области, которые характеризуются следующим распределением дополнительных напряжений:

- область сжимающих вертикальных и растягивающих горизонтальных напряжений в основании каньона;
- область сжимающих вертикальных и сжимающих горизонтальных напряжений располагается в части склона, примыкающего к водохранилищу;
- область сжимающих горизонтальных и вертикальных напряжений располагается выше второй области на отметках, несколько выше и ниже уровня водохранилища;
- область растягивающих горизонтальных и растягивающих вертикальных напряжений располагается в верхней части склона.

Потенциально неустойчивый скальный массив № 59 - 1 расположен на правобережном примыкании плотины Токтогульской ГЭС на отметках 920 – 990м близ «черного пласта» битуминозных известняков[4]. В 2002г. специалисты Института геомеханики и освоение недр Национальной академии наук Кыргызской республики (ИГОН НАН КР) в пределах массива 59-1 выделили 4 скальных блоков. За состоянием этих блоков ИГОН НАН КР было организовано инструментальное наблюдение, осуществлявшееся, начиная с 2003г. По тросовому экстензометру, и в 2007-2009г.г. по гидростатическому нивелиру, установленному на блоке №3 имеются численные данные и зависимости суммарных смещений верхнего и нижнего ярусов неустойчивого скального блока №3 [3] и изменения уровня воды в водохранилище, зафиксированных за 2005-2009г.г., службой эксплуатации природных

наблюдений каскада Токтогульских ГЭС (СЭНН КТГЭС). В зависимостях изменения смещений верхнего (в верхней части трещины) и нижнего (в нижней части трещины) ярусов неустойчивых скальных блоков указаны в отдельности.

По данным СЭНН КТГЭС смещение со знаком минус (-) обозначает, что движение смещений направлено в сторону основного массива, а со знаком плюс (+), движение смещений - в сторону реки Нарын.

Построены зависимости смещений верхнего и нижнего ярусов скального блока №3 в зависимости от напора воды в водохранилище по сезонам за 5 лет и за год.

По зависимости видно, что уровень воды в водохранилище поднимается осенью и в основном это происходит в сентябре (по пятилетним данным). Уровень воды увеличивается с весны до поздней осени из-за таяния снежного покрова и выпадения обильных дождей.

Рассмотрение зависимости за осенний период [Рис.1.]. Показало, что с 2005 по 2007 год максимальный уровень, т.е. максимальный напор воды, составил от 153 до 174м., соответственно смещения от -5 до -15мм. Это означает, что движение смещений направлено в основном в сторону массива. С 2008 года произошло резкое уменьшение напора воды, а максимальный напор в сентябре 2008 года составил 135,48м., а в октябре 2009 года 149,93м. За последние 2 года максимальный напор воды и по сравнению с предыдущими годами уменьшился. А величины смещений по верхнему ярусу сравнительно больше чем предыдущие годы и изменяются от 20 до 40мм., смещения при этом направлены в сторону реки Нарын.

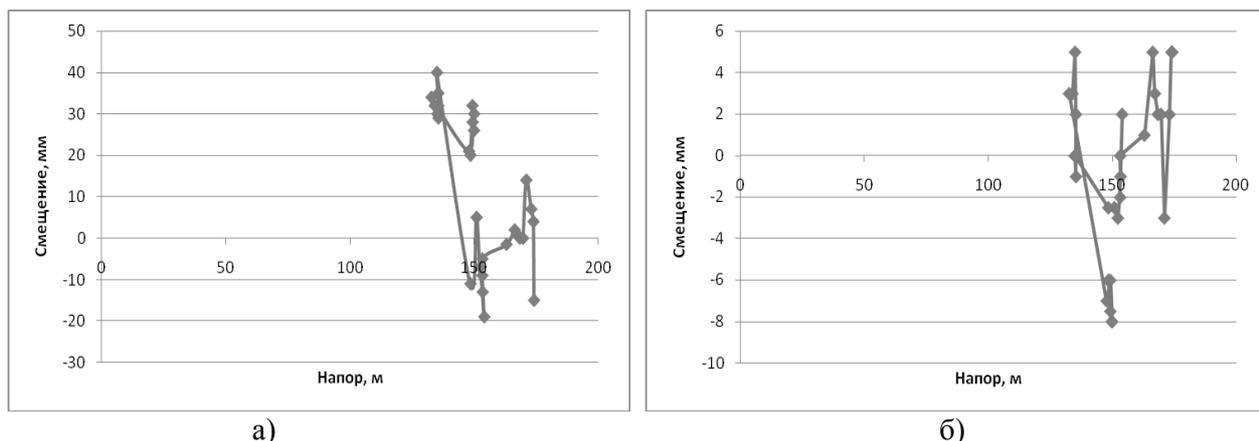


Рис. 1. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2005-2009гг)

Отсюда выходит, что увеличение скоростей смещений массивов пород при снижении уровня воды в водохранилище по сравнению с прошлыми годами с 2005 по 2007г.г, в первом приближении можно объяснить из рассмотрения сил, действующих на массив со стороны водохранилища, и сил, действующих в самом массиве.

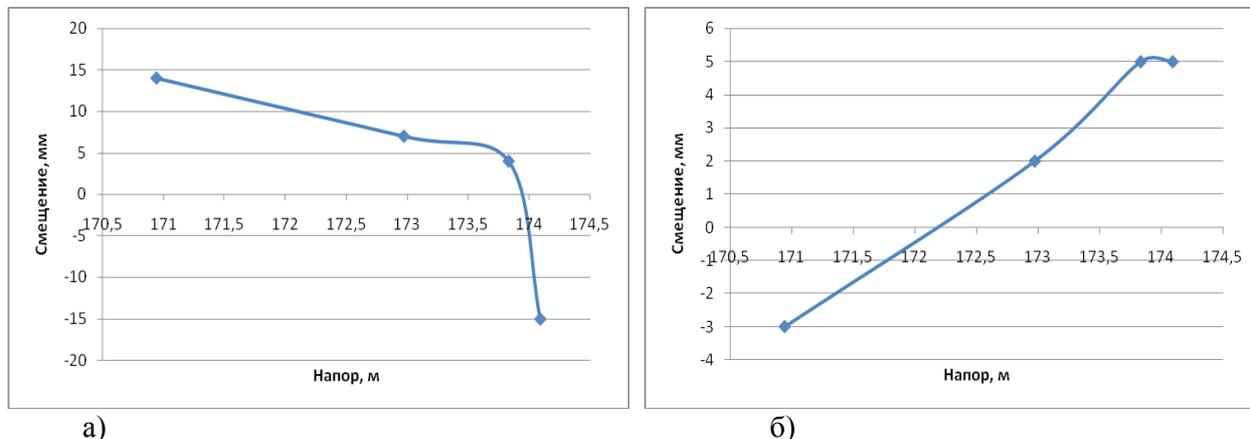
Первые [2] при снижении уровня водохранилища уменьшаются, в то время как вторые остаются некоторое время практически неизменными, что и приводит к нарушению равновесия массивов пород. При более детальном рассмотрении этого явления необходимо учитывать совместное влияние гидродинамических и гидростатических сил.

Зависимость смещений нижнего яруса скального блока №3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2005-2009г. г) приводится на рис.1,б.

По зависимости можно отметить, что величина смещений с 2005по 2007 год изменяются от -1 до 5мм., движение смещений направлено в сторону р. Нарын, и максимальный напор как по первому зависимости от 153 до 174м. С 2008 года в осенний период величина смещений по нижнему ярусу составил от 1до -8мм., и максимальный напор от1135,48 м до 149,93м, а направление движения смещений в 2008 году в сторону р.Нарын и в 2009 году направлено в

сторону массива. Отсюда, выходит, что величина смещений в 2008 - 2009 годах по сравнению с прошлыми годами увеличилась, а движение смещений направлено также в сторону массива.

Теперь рассмотрим зависимости с 2005 года по 2009 год по годам, в отдельности. На рис.2 а,б. показан зависимость смещений в зависимости от напора воды в водохранилище по верхнему и нижнему ярусам скального блока №3 за осенний период 2005 года.

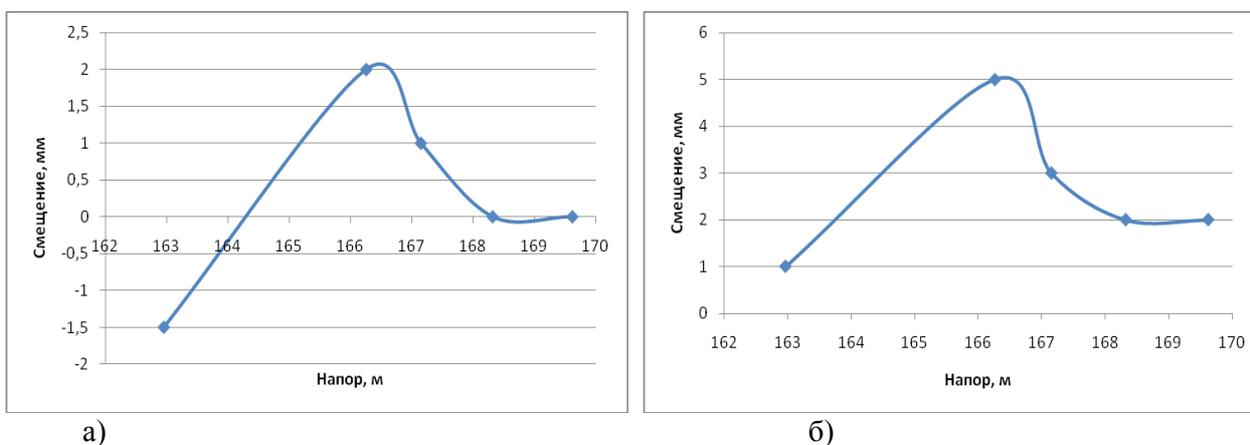


а) б)
Рис. 2. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2005г): а- по верхнему ярусу; б- по нижнему.

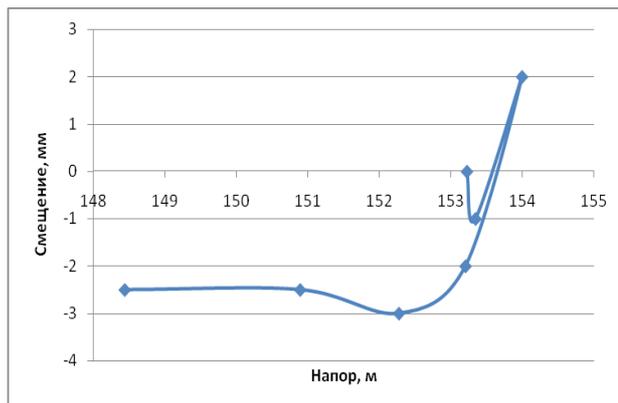
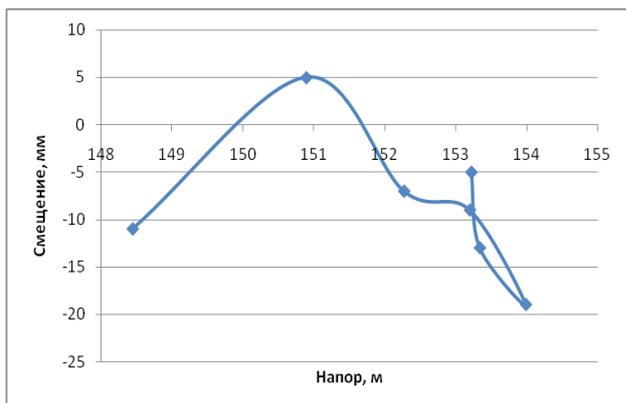
Из зависимости видно, что при изменении напора воды, соответственно изменились величины и направление движения смещений. При максимальном напоре воды 174,09м., величина смещений по верхнему ярусу составляет -15мм и направление движения смещений в сторону массива. При таком же напоре величина смещения по нижнему ярусу составляет 5мм и направление движений смещений не в сторону массива, а в сторону р.Нарын.

При минимальном напоре по верхнему и нижнему ярусам происходит одинаковый процесс, как при максимальном напоре. По верхнему ярусу величина смещений составляет 14мм и направление в сторону р. Нарын, а по нижнему ярусу величина смещение составляет -3мм и направление движения смещений в сторону основного массива.

Ниже построены зависимости по годам за осенний период (Рис.3. за 2006г., рис.4. за 2007г.).

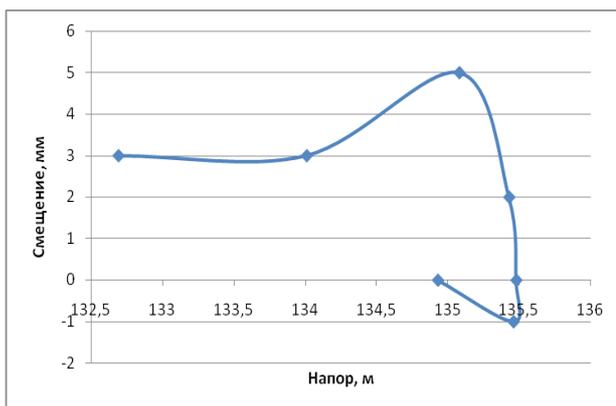
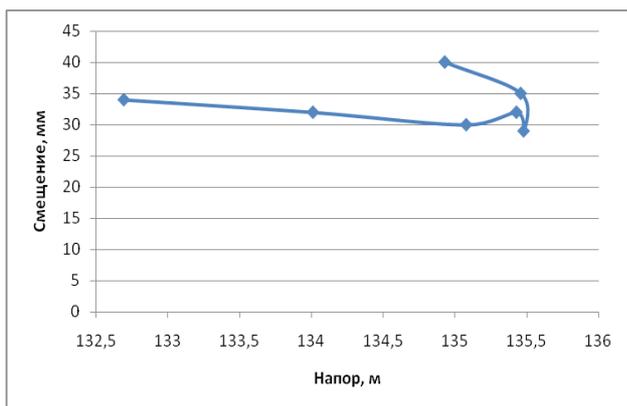


а) б)
Рис. 3. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2006г)

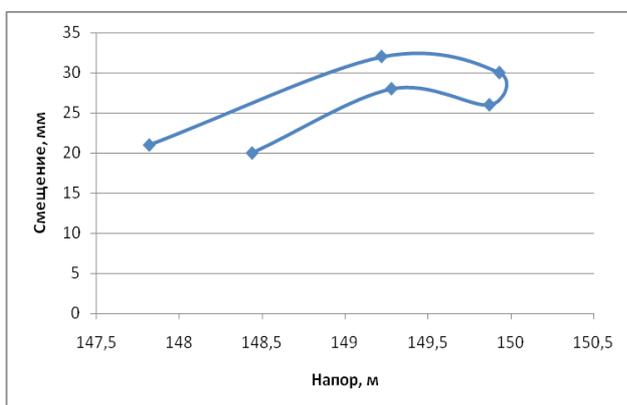


а) б)
Рис. 4. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2007г)

Эти зависимости почти одинаковы. На каждом зависимости отмечены движение смещений в сторону массива и в сторону реки Нарын. При этом величина смещения изменяются по верхнему ярусу от -20 до 5мм, по нижнему ярусу от -2,5 до 2.



а) б)
Рис. 5. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2008г)



а) б)
Рис. 6. Зависимость смещений верхнего (а) и нижнего (б) ярусов скального блока № 3 в зависимости от напора воды в водохранилище (осень 2009г)

Из зависимости (рис.6. за 2008г.), видно, что движения смещений в обеих ярусах направлены только в сторону реки Нарын и при этом наблюдается резкое увеличение величины смещений от 20 до 40мм. Это связано с тем, что в 2008 году произошло резкое уменьшение уровня воды в водохранилище.

С 2009 года уровень воды в водохранилище по сравнению с 2008 годом увеличился, т.е. пошло наполнение. По зависимости (рис.6. за 2009г.) можно отметить, что по верхнему ярусу аналогично зависимости за 2008 год движения смещений направлены в сторону массива, а величины смещений небольшие и изменяются от -6 до -8мм.

Выявлено, что уровень воды в водохранилище оказывает влияние на смещение по трещинам, что в свою очередь вызывает изменение напряженного состояния прилегающего к водохранилище массива горных пород.

Литература

1. Методика инженерно-геологических исследований высоких обвальных и оползневых склонов. Под ред. Г.С.Золотарева и М.Янича. М., Изд-во Москва. Университета, 1980г., 184 с.
2. *Степанов В.Я.* Механика горных склонов. Бишкек. Илим, 1992.192 с.
3. Отчеты ИГОН НАН КР
4. Токтогульская ГЭС на р. Нарын. Технический проект основных сооружений. Т.1. Природные условия, инженерно-геологическое обоснование. Ташкент. САО Гидропроект, 1969г.301 с.
5. *Кокумбаева К.А., Усенов К.Ж.* Анализ напряженно-деформированного состояния массива горных пород склонов при строительстве гидротехнических сооружений.// Напряженное состояние породного массива и наведенная геодинамика недр. Тр. Междунар. Конф.- Бишкек: изд. Инст. физики и механики горных пород НАН КР.- 2006. 186-190с.

* * *