

НЕСТЕРЕНКО ГЕОРГИЙ ФЕДОРОВИЧ

Директор Государственного предприятия «Киевский институт инженерных изысканий и исследований «ЭНЕРГОПРОЕКТ» (ГП КИИЗИ «ЭП»)

СЕРГЕЕНКО НИКОЛАЙ ТИХОНОВИЧ

Главный инженер Государственного предприятия «Киевский институт инженерных изысканий и исследований «ЭНЕРГОПРОЕКТ» (ГП КИИЗИ «ЭП»)

РОСОВСКИЙ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

Начальник ГП КИИЗИ «ЭП»

ТИХОМИРОВА ЭММА СТАНИСЛАВОВНА

Главный специалист отдела комплексных инженерно-геологических изысканий ГП КИИЗИ «ЭП»

Основные направления научной деятельности: инженерно-геологические изыскания для ответственных сооружений (атомные и гидроэлектростанции, высотное строительство, мостовое и тоннельное строительство), изыскания в сложных инженерно-геологических условиях.

E-mail: atomep@ukr.net

УДК 626; 624.131.3

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ГЭС СЕНДЖЕ В РЕСПУБЛИКЕ ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ ГВИНЕЯ

Ключевые слова: гидроэлектростанция, съемка, инженерные изыскания.

В статье отражены виды и объемы инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства ГЭС в сложных природных условиях Экваториальной Африки; кратко изложены результаты изысканий.

В статті відображені види та обсяги інженерно-геологічних вишукувань для проектування та будівництва ГЕС в складних умовах Екваторіальної Африки; коротко наведені результати вишукувань.

The article contains types and amount of geological engineering surveys for the designing and construction of the HPP in a difficult natural conditions of Equatorial Africa; results of the surveys is briefly presented.

Инженерно-геологические изыскания под строительство ГЭС на реке Веле в Республике Экваториальная Гвинея (РЭГ) выполнялись ГП КИИЗИ «Энергопроект» в составе комплексных изыскательских работ для обоснования проекта строительства.

В состав работ входили следующие виды: геолого-геоморфологическая съемка, буровые, горнопроходческие, опытные гидрогеологические работы, лабораторные исследования грунтов и подземных вод.

Геолого-геоморфологическая съемка района и площадки строительства ГЭС проводилась в несколько этапов.

1 этап: Изучение региональных геоморфологических и неотектонических условий района строительства ГЭС по имеющимся литературным источникам.

2 этап: Полевые геолого-геоморфологические исследования района и площадки строительства ГЭС с целью изучения генетических типов рельефа и рельефообразующих отложений, лито-логии горных пород, предварительная оценка состава и мощностей рыхлых отложений, особенности проявления и интенсивности современных эндо- и экзодинамических процессов. Компьютерное моделирование рельефа. Составление аналитических морфометрических карт.

3 этап: Проведение полевых геологических, геоморфологических и неотектонических исследований с целью детализации геолого-геоморфологического строения районов створа ГЭС, расположения основных гидротехнических сооружений и промплощадки ГЭС. района расположения карьера по добыче щебня. Уточнение моделей рельефа с учетом результатов детальной топографической съемки м-ба 1: 1000.

4 этап. Комплексный анализ морфологических и морфометрических моделей, результатов полевых геолого-геоморфологических исследований, геофизических и буровых работ. Составление геоморфологических и геолого-тектонических карт, написание окончательного отчета.

Объемы работ приведены в таблице 1.

В процессе работ была создана эталонная коллекция образцов различных пород, слагающих территорию исследований, которая в дальнейшем использовалась инженерами-геологами при документации разведочных



Рис. 1. Буровые работы

выработок. В результате геолого-геоморфологических работ было получено представление о структурно-тектоническом и геоморфологическом строении территории исследований, построены геоморфологические и геолого-тектонические карты необходимых масштабов, оценена трещиноватость скальных пород, наличие физико-геологических процессов и явлений.

Буровые, горно-проходческие и опытно-фильтрационные работы

Буровые работы на площадке работ были самым сложным и ответственным видом работ.

Для выполнения данных работ использовались буровые установки СКБ-41, ПБУ-2, а также водовозка и манипулятор. Вся техника была на базе автомобилей КАМАЗ (рис. 1).

На первом этапе работ (до разработки принятого варианта ГЭС) расположение скважин и их глубины определялись для заверки наземных, геофизических методов исследований, с учетом геолого-съемочных работ и возможных вариантов расположения плотины и компоновки основных зданий и сооружений ГЭС.

На втором этапе бурение осуществлялось в пределах контуров сооружений, проектируемой ГЭС.

Основные объемы буровых и горнопроходческих работ составляют:

Бурение – 186 скв. – 2024,6 п.м.

Проходка шурфов – 63 шурф. – 42,1 п.м.

Расчистки, шурфы – 56 – 375 п.м.

Расположение всех выработок вынесено на карту фактического материала.

Бурение выполнялось колонковым способом с промывкой и с полным отбором керна. Диаметры бурения изменялись от 146 мм до 76 мм, глубины скважин – от 10 до 76 м.

Весь керновый материал был уложен в керновые ящики и оставлен на хранение в керно-хранилище (рис. 2) на базе в городке строителей.

В процессе выполнения буровых работ велась тщательная

Таблица 1 Объемы работ

№ п/п	Виды работ	Единица измерения	Кол-во
1	Геолого-съемочные маршруты (пешие)	маршрут/км	91/205,0
2	Геолого-съемочные маршруты (автомобильные)	маршрут/км	2/141
3	Геолого-съемочные маршруты (лодочные)	маршрут/км	2/35
4	Расчистки, шурфы	расчистка/пог.м	56/375
5	Точки наблюдений	точка	688
6	Контрольное описание скважин	описание	38



Рис. 2.

ких обстежених на обоих берегах реки участков, выбрана, расположенная на левом берегу р. Веле, эллипсоидная гряда, представляющая собой массив гранодиорита с секущей дайкой диабазов.

В процессе полевых работ на участке выбранного месторождения камня пробурено 5 разведочных скважин глубиной от 17,0 до 45,3 м. Также выполнен комплекс геофизических работ: электроразведочные исследования методом вертикальных электрических зондирования (ВЭЗ) по 4 профилям и 4 сейсморазведочных профиля. Подсчет запасов месторождения камня и объемов вскрышных пород выполнен в заданном контуре для категории С1. Объемы каменного материала и вскрыши посчитаны до отметки 100 м с шагом 10 м в программной среде AutoCAD) Civil 3D 2010 методом вычисления композитных объемов.

Поиски месторождений несвязных грунтов.

В процессе полевых работ месторождений песчаных грунтов в районе размещения ГЭС не обнаружено, поэтому площадь поиска была расширена в сторону океана. В процессе поисковых работ отбирались пробы песков на лабораторные исследования.

Поиски карьеров связанных грунтов.

Встреченный на площади изысканий элювиально-делювиальный горизонт, представленный суглинком полутвердым и тугопластичным содержит обычно более 10% различные по составу включения дровяно-щебенистого материала, иногда валунов и глыб был исследован в лабораторных условиях на предмет использования как строительного материала для строительства земляных сооружений.

Результаты инженерно-геологических исследований.

1. Район производства работ занимает территорию площадью 116 кв. км и расположен в 40 км на юг от г. Бата, по дороге на г. Мдини. Основные сооружения проектируемой ГЭС будут расположены на р. Веле, в пределах ее долины и склонов.
2. Район исследований приурочен к зоне сочленения двух крупных тектонических структур литосферы: субмеридиональной Приокеанической разломной зоны и межблоковой зоны разломов грабена «Бенито». Сейсмичность территории 7 баллов при II категории грунтов.

3. В геологическом строении территории строительства ГЭС расположена в пределах западного ограничения Африканского щита. Кристаллический фундамент сложен архей-протерозойскими метаморфическими породами (гнейсами, кристаллосланцами и др.). Толща гнейсов была прорвана интрузивными породами дважды: в верхнеархейское время – гранодиоритами и в верхнем протерозое – диабазами и кварц-полевошпатовыми породами. По состоянию, степени сохранности скальных пород, в их строении выделяется вертикальная зональность в виде четырех подзон: А - очень сильного влияния разгрузки и выветривания с дезинтеграцией пород до элювия; Б, В, Г - соответственно сильного, среднего и слабого влияния разрушающих экзогенных и эндогенных процессов. Основная масса трещин (51%) имеет западное, запад-северо-западное направление падения. Углы падения 70-80° к горизонту. Около 11% трещин имеют вертикальное падение, а простирание субширотное либо субмеридиональное. Остальная часть трещин (около 38%) имеет самое различное падение/ Коренные породы плащеобразно перекрыты элювиально-делювиальными грунтами – суглинками, суглинисто-глинистыми грунтами, с примесью дровяно-щебенистого материала и обломков коренных пород. Ввиду вертикальной избирательности процессов выветривания, граница между покровными (элювиально-делювиальными) и скальным основанием неровная и проведена довольно условно.

4. Подземные воды представлены поровыми водами элювиально-делювиальных отложений и трещинными водами скальных отложений. Водоносные горизонты имеют тесную гидравлическую связь между собой, поэтому их можно рассматривать как единый водоносный комплекс. Комплекс, в основном, имеет единую гипсометрическую поверхность, но вместе с тем, в прибрежной части реки (на участках распространения более глинистых разновидностей) он может разделяться на два водоносных горизонта; в зависимости от состава покровных пород. После обильных дождей местами может быть встречен временный водоносный горизонт типа «верховодка». В процессе выполнения инженерно-геологических изысканий уровень подземных вод зафиксирован на глубинах 0,3-13,2 м (абсолютные отметки 27,1-117,7 м). Питание водоносного комплекса происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Сезонное колебание уровня подземных вод составляет 1,5-2,0 м. Разгрузка подземных вод происходит в сторону водотоков. Общий уклон поверхности подземных вод направлен в сторону основной дрены – русла р. Веле. Подземные воды гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые, пресные, в основном неагрессивны. Слабоагрессивны подземные воды по содержанию хлоридов на арматуру железобетонных конструкций

Таблица 2 Виды и объемы работ

№ п/п	Виды работ	Единица измерения	Кол-во
1	грансостав грунтов	определение	193
2	влажность	определение	585
3	пределы пластичности	определение	216
4	плотность грунта	определение	604
5	плотность частиц грунта	определение	143
6	относительное содержание органических веществ	определение	9
7	угол внутреннего трения	определение	57
8	удельное сцепление	определение	57
9	модуль крупности песчаных грунтов	определение	13
10	модуль деформации (при естественной влажности)	определение	36
11	модуль деформации (при водонасыщении)	определение	62
12	предел прочности на одноосное сжатие пород (при естественной влажности)/ то же (при водонасыщении)	определение	149/156
13	химический состав вод	анализ	35

документация скважин. В полевых журналах фиксировались смена пород, их литология и состояние, цвет, прослои, трещиноватость, зоны дробления, влажность уровни воды и их изменения; потери промывочной жидкости. В процессе проходки выполнен отбор керна в керновые ящики, после чего рассчитывался показатель степени нарушенности скальных пород по методу RQD.

Кроме бурения осуществлялась проходка шурфов и расчисток с целью изучения рыхлого комплекса грунтов, отбора проб, изучения трещиноватости скальных пород и проведения опытно-фильтрационных работ.

Опытно-фильтрационные работы.

Для определения фильтрационных характеристик скальных пород и покровных отложений (коэффициента фильтрации, удельного водопоглощения) были выполнены наливы воды в шурфы и скважины, а также нагнетания в скважины и откачки.

Выполнено 40 опытных наливов воды в шурфы на различных участках проектируемого сооружения.

Для определения удельного водопоглощения и приведенного расхода скальных пород выполнены опытные нагнетания в скважины при трех ступенях напора (I – 10 м, II – 100 м, III – 10 м)

Всего выполнено 95 нагнетаний по методу “сверху-вниз”, согласно инструкции Гидропроекта и 4 опытные одиночные откачки.

Лабораторные работы.

Для решения геотехнических задач на площадке работ была создана лаборатория, укомплектованная всем необходимым оборудованием, материалами, реактивами и пр. (рис. 3).

Лабораторные работы выполнены в составе инженерно-геологических работ и для изучения местных строительных материалов, а также при гидрометеорологических исследованиях (определение количества и состава взвешенных наносов, химического состава воды в реке). Виды и объемы работ приведены в таблице 2.

Поиски и разведка местных строительных материалов.

Поиски и разведка месторождений местных строительных материалов проводились с целью выявления необходимых для строительства грунтов и пород, установления генетического типа месторождений с последующим выделением среди них наиболее перспективных. Поиски месторождений осуществлялись в процессе инженерно-геологической съемки на всей площади изучения, на перспективных участках проводились специальные поисково-разведочные маршруты, геофизические исследования и горно-буровые работы. Кроме этого, для поисков песков и глинистых материалов выполнено несколько поисковых маршрутов за пределы территории геолого-геоморфологической съемки масштаба 1: 10 000.

Поиски карьеров камня.

Для обеспечения строительства природным камнем был выполнен поиск благоприятных участков для выявления месторождений камня. Из несколь-



Рис. 3.

при периодическом смачивании; по водородному показателю на цементно-кладочные растворы, асбоцементные конструкции и на конструкции из бетона и железобетона по водонепроницаемости при марке бетона W4. Среднеагрессивны подземные воды по содержанию агрессивной углекислоты на цементно-кладочные растворы, асбоце-

- ментные конструкции и на конструкции из бетона и железобетона по водонепроницаемости при марках бетона W4, W6.
- Из современных физико-геологических процессов и явлений отмечены химическое выветривание, оползни, плоскостная и линейная эрозия, солифлюкция, плоскостной срыв, денудация. Создание водохранилища будет способствовать активизации оползневых и солифлюкционных процессов, что приведет к заливанию водохранилища, подтоплению, прилегающей к нему территории.
 - Инженерно-геологические условия площадки строительства обусловлены сложным геолого-тектоническим строением территории. В пределах геологического разреза участка изысканий выделено 5 инженерно-геологических элементов.
 - По совокупности природно-техногенных, геоморфологических, инженерно-геологических и гидрогеологических факторов участок работ относится к III категории сложности.
 - Разведано месторождение камня. Предварительный общий объем каменного материала месторождения в заданном контуре до отметки 100 м составляет 3 322 100 м³; коэффициент вскрыши составляет 12 %. Подсчет запасов месторождения показал, что каменного материала достаточно для использования его при строительстве ГЭС. Участков для промышленной разработки песка на площади исследований не выявлено. Суглинисто-глинистый грунт, который будет извлекаться при строительстве, может быть использован в качестве глинистого материала для отсыпки ограждающих дамб и для других целей при постоянном геотехническом контроле его физико-механических свойств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Гидроэлектростанция Сендже на р. Веле в республике Экваториальная Гвинея. Технический отчет по результатам исследований (окончательный). В 3 томах. К.: ГП КИИЗИ «ЭП», 2013.

БОГДАНОВ ВАСИЛИЙ ИВАНОВИЧ

Директор ГП «УкрИИНТР», действительный член Академии строительства Украины.

Основные направления научной деятельности: изыскания и строительство в сложных инженерно-геологических условиях (изучение механики грунтов), участие в разработке нормативно-методических документов.

Автор более 20 опубликованных работ по технологии проведения изысканий, соавтор двух монографий в области инженерных изысканий.

E-mail: ukrbudroz@gmail.com

ОВЧИННИКОВА ДИАНА ДМИТРИЕВНА

Главный специалист отдела экологических и гидрогеологических изысканий ГП «УкрИИНТР»

Основные направления научной деятельности: изыскания и строительство в сложных инженерно-геологических условиях (изучение геологической среды в природной и техногенной обстановке), участие в разработке нормативно-методических документов, обучение специалистов на курсах повышения квалификации от научно-технического центра Академии строительства Украины.

E-mail: ukrbudroz@gmail.com

УДК 624.131

ВІДНОСНО РОЛІ ІНЖЕНЕРНИХ ВИШУКУВАНЬ У СУЧАСНОМУ КАПІТАЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ В УКРАЇНІ

Ключевые слова: инженерно-технические вышуквания, вышуквания у складних умовах, якість вишукувань, проектування, капітальне будівництво.

В статье освещена роль инженерных изысканий, как вида научно-технической деятельности, в проектировании и строительстве объектов любого уровня ответственности, в различных инженерно-геологических условиях.

В качестве примера приведен перечень некоторых ответственных объектов Украины, где предприятием проведены инженерно-геологические, гидрогеологические, экологические и геодезические изыскания в сложных условиях. Также упоминаются работы по заказу иностранных инвесторов.

Отмечается снижение уровня качества изысканий в стране в последний период, приводятся рекомендации по выходу из сложившейся ситуации.

У статті висвітлена роль інженерних вишукувань, як виду науково-технічної діяльності, в проектуванні та будівництві об'єктів будь-якого рівня відповідальності, в різноманітних інженерно-геологічних умовах.

Як приклад наведено перелік деяких відповідальних об'єктів України, де підприємством проведені інженерно-геологічні, гідрогеологічні, екологічні та геодезичні дослідження в складних умовах. Також наводяться роботи на замовлення іноземних інвесторів.

Відзначається зниження рівня якості вишукувань в країні в останній період, наводяться рекомендації щодо виходу з ситуації, що склалася.

In the article the role of engineering studies, as a kind of scientific and technological activities in the design and construction of any level of responsibility in a variety of engineering-geological conditions.

As an example, here is a list of some important objects in Ukraine, where the company conducted geotechnical, hydrogeological, environmental and geodetic surveys in difficult conditions. Also referred to the work commissioned by foreign investors.

A decline in the level of quality of research in the country in the last period, with recommendations to resolve the situation.

Відповідно до ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва», вишукування відносяться до сфери науково-технічної діяльності, тісно пов'язаною з повсякденною практикою виконання вишукувальних робіт. До складу робіт входить візуальне обстеження території будівництва, проведення польових робіт незалежно від сезону року (інженерно-геодезична зйомка, буріння свердловин, проходка шурфів, геофізичні, геотехнічні, гідрогеологічні дослідження та інші), а також виконання лабораторних робіт.

Після завершення вишукувань складається технічний звіт по об'єкту, на підставі якого проектувальник виконує розрахунки вибраного типу фундаментів, застосовує комплекс оптимальних конструктивних і захисних заходів для забезпечення надійної роботи будинків і споруд в період їх експлуатації.

Інженерні вишукування виконуються для обґрунтування передпроектної документації, проектування та будівництва нових, реконструкції та технічного переобладнання діючих підприємств, будівель і споруд різного призначення.