



БОНДАРЕНКО Ю.Н., ген. директор, Консорциум "НПО "Укргідроенергострой",
ПАВЛОВСКИЙ В.И., зам. ген. директора, Консорциум "НПО "Укргідроенергострой",
НОРЕНКОВ В.И., зам. директора по земельно-скальному комплексу,
филиал Консорциума "НПО "Укргідроенергострой",
СУК С.П., гл. инж. проекта, ПАО "Укргідропроєкт",
ФУРМАН И.И., зам. директора по капитальному строительству,
филиал "Дирекция строительства Днестровской ГАЭС" ПАО "Укргідроенерго"

ИСКУССТВЕННЫЙ ВОДОЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Днестровская гидроаккумулирующая электростанция — при ее выходе на проектную мощность — 2268 МВт в генераторном режиме и 2947 МВт в насосном — станет самой мощной в Европе и займет пятое место в мире после американской ГАЭС Bath County (установленная мощность 6×500 МВт), строящейся в Японии ГАЭС Kannagawa установленной мощностью 7×400 МВт, и двух китайских — ГАЭС Huizhou (установленная мощность 8×300 МВт) и ГАЭС Guangdong (установленная мощность 8×300 МВт).

Обновленной Энергетической стратегией Украины на период до 2030 года для решения проблемы дефицита маневренных и регулирующих мощностей предусмотрено в числе других приоритетных проектов в энергетике Украины завершение строительства первой очереди Днестровской ГАЭС до 2015 года. Первая очередь строительства Днестровской ГАЭС запланирована в два этапа — первый гидроагрегат введен в промышленную эксплуатацию в конце 2009 года, строительство 2-х следующих (станционные номера 2 и 3) продолжено в 2010 году.

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства Днестровской ГАЭС разработано институтом Укргідропроєкт и утверждено Министерством энергетики СССР, согласовано Госпланом и Госстроем СССР в 1977 году. При разработке ТЭО строительства ГАЭС принято решение о поиске площадки строительства ГАЭС. Такая площадка была найдена в 10 км ниже по течению Днестра от створа, тогда еще сооружаемой Днестровской гидроэлектростанции, в районе села Васильевцы на Днестровском склоне правого берега. В качестве нижнего водоема предполагалось использование буферного водохранилища Днестровской ГАЭС. Верхний водоем ГАЭС предполагалось разместить на возвышенном плато, которое крутыми склонами переходило в широкую пойму Днестра. Наличие значительного пе-

репада высот (около 150 м) и развитая инфраструктура строительства (дороги и производственная база остались после строительства Днестровской ГАЭС) делали эту площадку для строительства ГАЭС и отводящего канала наиболее выгодной.

Верхний водоем расположен на плато, между долинами рек Днестр, Сокирянка и системой Волошковских оврагов. Назначение верхнего водохранилища ГАЭС — энергетическое. Оно используется в качестве аккумулирующего водохранилища, которое наполняется в часы работы ГАЭС в насосном режиме и срабатывается в часы работы в турбинном режиме. Режимы работы ГАЭС устанавливаются в соответствии с требованиями энергосистемы

Верхний водоем создается в полувыемке-полунасыпи на плато с отметками 210,000 — 231,000 м путем обвалования дамбами.

Для обеспечения первоочередного пуска в 2009 году гидроагрегата № 1 в верхнем водохранилище была выделена часть I очереди с помощью временной плотины, расположенной на ПК 7 оси водохранилища.

Параметры верхнего водохранилища Днестровской ГАЭС при введении в эксплуатацию одного гидроагрегата имеют такие значения: — нормальный подпорный уровень — 222,500 м; — уровень мертвого объема — 215,500 м; — полезный объем — 1,95 млн. м³. Использование полезного объема верхнего водохранилища I очереди позволяет обеспечить работу одного гидроагрегата ГАЭС в турбинном режиме в течение 2,2 часа установленной мощностью 324 МВт.

Земляные сооружения верхнего водоема состоят из: экрана дна, ограждающей дамбы с наслонным экраном, временной дамбы, задамбового дренажа.

Учитывая проницаемость грунтов основания дна верхнего водоема и для обеспечения предель-



Таблица 1. Характеристика верхнего водохранилища и гидротехнических сооружений водопроводного тракта Днестровской ГАЭС

Сооружение	Характеристика
Верхнее водохранилище	Создается в полувыемке-полунасыпи путем возведения ограждающей дамбы с максимальным использованием материала почв полезной выемки – песок, суглинок, глина, известняк. Для обеспечения пуска гидроагрегата № 1 в верхнем водохранилище с помощью временной плотины в районе ПК 7 по оси водоема выделяется часть из первой очереди верхнего водоема. Его длина по оси – 700 м, общая длина ограждающих левобережной и правобережной дамб – 1900 м, длина временной плотины – 610 м
Водоприемник ГАЭС	Располагается в теле плотины. Проточная часть представлена в виде семи отдельных водоводов переменного сечения, соединенных общей фундаментной плитой. Водоводы гидроагрегатов перекрываются рабочими и аварийно-ремонтными плоскими затворами. Маневрирование затворами осуществляется краном г. п. 2 × 180 т. Общие размеры водоприемника: длина по напорному фронту – 85,0 м; ширина в направлении вдоль потока – 64,7 м; максимальная высота – 35,25 м.
Подводные напорные водоводы	От водоприемника до агрегатных шахт здания ГАЭС имеется семь нитей водоводов, каждая из которых включает: вертикальный водовод со сталежелезобетонным креплением высотой около 100 м, диаметром 7,5 м; горизонтальный участок длиной около 400 м, из которых 200 м с железобетонным креплением толщиной 500 мм и 200 м со сталежелезобетонным креплением
Здание ГАЭС	Расположено в присклоновой части правого берега Днестра. Здание ГАЭС – шахтного типа, состоит из семи подземных шахт с внутренним диаметром 26 м, расположенных в плане в один ряд на расстоянии 54 м один от другого. Конструктивно здание ГАЭС делится на: - подземную часть, где располагается основное гидросиловое и вспомогательное оборудование; - надземную часть, которая состоит из верхнего строения машинного зала и технологического здания.
Отводящие водоводы	Отходят от каждой из семи шахт ГАЭС. Длина водоводов 120-150 м с внутренним диаметром – 8,2 м.
Водовыпуск	Располагается в конце отводящих водоводов и состоит из семи отдельных железобетонных оголовков, пролеты которых перекрываются мусорозадерживающими решетками, рабочими и ремонтными плоскими затворами. Размеры водовыпуска: - длина по напорному фронту – 182,0 м; - ширина в направлении вдоль потока – 45,0 м; - высота – 28,8 м.
Отводной канал	Предназначен для сообщения сооружений водовыпуска с нижним водохранилищем ГАЭС. Ширина канала в водовыпуске 182 м, средняя длина – 300 м. Отметка дна канала – 64,000 м, принятая при условиях обеспечения нормального гидравлического режима.

но допустимой фильтрации из водоема, отвечающей условиям естественного состояния гидрогеологического режима склонов, по дну водоема и на верховых откосах ограждающей дамбы выполнено устройство сплошного противофильтрационного экрана.

Основание под экран дна выполнено из смешанных грунтов (песчано-глинистых) слоями толщиной 30–35 см в рыхлом теле, с последующей укаткой и увлажнением. Экран дна верхнего водоема выполнен после выемки грунтов до проектных отметок с сортировкой грунта по видам и последующем использованием в качественную насыпь. Общая выемка грунтов составила (в течении двух сезонов строительства) – 7 млн. 340 тис. м³, полезная выемка – 5 млн. 300 тис м³.

Техническими условиями строительства земляных сооружений предусматривается техно-

логия послойной отсыпки грунтов "на сухо". Противофильтрационный экран, выполненный по всей площади дна верхнего водоема, имеет послойную структуру:

Для формирования противофильтрационного экрана 2-ой очереди верхнего водоема в период 2011 – 2012 гг. была применена следующая технология:

- устройство основания экрана дна из смешанных грунтов;
- укладка подстилающего слоя экрана из сарматских глин толщиной 0,5 м;
- укладка на слой сарматских глин геотекстиля, который служит обратным фильтром;
- укладка поверх геотекстиля полимерной мембраны толщиной 2 мм (уложено 1950 тис. м² геомембраны) Полосы геомембраны сваривались



между собой с помощью экструдера с проверкой 100 % швов давлением. Укладка слоя геотекстиля. (уложено 3 млн. 900 тыс. м² геотекстиля);

- укладка защитного слоя из глинистых грунтов толщиной 0,5 м. Для предотвращения образования "волны" на полимерном экране от температурного воздействия солнечной энергии, отсыпка грунтов на экран производилась в ночное время;



Днестровская ГАЭС. Верхний водоем



Рис. 1. План верхнего водоема

- укладка защитного слоя из песка толщиной 0,2 м;

- для защиты экрана от размыва выполнено крепление несортированной горной массой фракций 0 – 200 мм, толщиной 0,5 м.

Отсыпка ограждающей дамбы верхнего водоема Днестровской ГАЭС

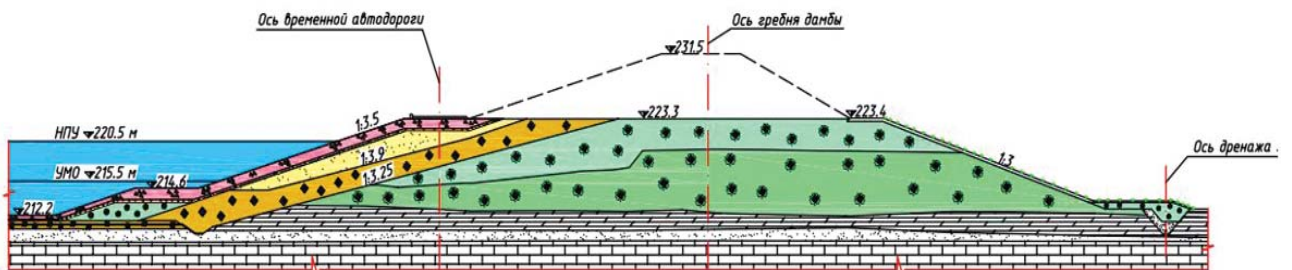


Рис. 2. Структура верхнего водоема, разрез по ограждающей дамбе

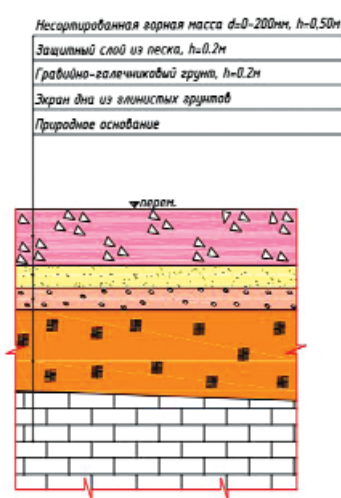


Рис. 3. Структура противифльтрационного экрана 1-ой очереди верхнего водоема

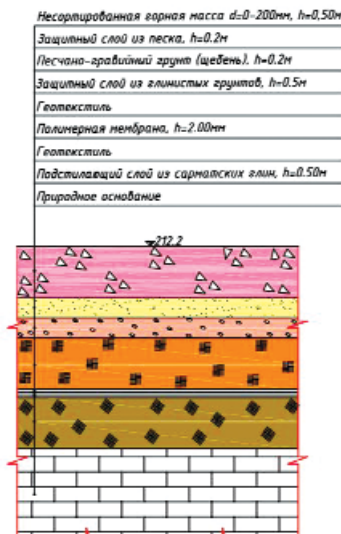


Рис. 4. Структура противифльтрационного экрана 2-ой очереди верхнего водоема

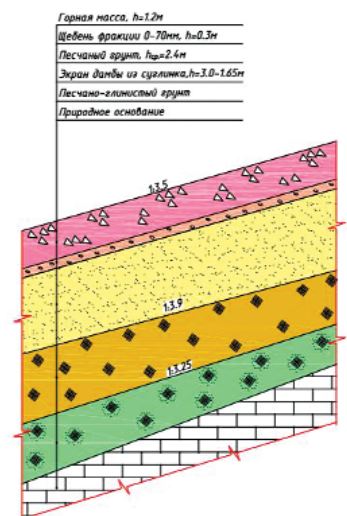


Рис. 5. Структура ограждающей дамбы



Рис. 6. Подготовка основания дна



Рис. 7. Выемка грунтов



Рис. 8. Укладка геотекстиля



Рис. 9. Укладка геомембраны



Рис. 10. Укладка песчано-гравийного грунта



Рис. 11. Защитный слой из песка



Рис. 12. Разбор временной дамбы

велась на ранее (в конце 80-х – начале 90-х годов) отсыпанную дамбу.

Тело ограждающей дамбы отсыпано из смешанных грунтов (песчано-глинистых), наклонный экран из суглинка толщиной от 1,65 м до 3 м, крепления: песчаным грунтом – 0,2 м, щебнем – 0,3 м, скальным грунтом – 1,2м. Уклон верхнего откоса ограждающей дамбы 1 : 3,5, низового 1 : 3.

Наслонный, суглинистый экран расположен со стороны верхнего откоса и является противофильтрационным устройством ограждающей



дамбы верхнего водоема. Противофильтрационные свойства суглинистого экрана достигнуты путем кондиционирования грунта в промежуточных резервах с последующей разработкой экскаватором на всю высоту забоя (для перемешивания), отсыпки слоем 30–35 см и уплотнением виброкатками за 10–12 проходов с конечной сдачей лаборатории каждого слоя о состоянии грунта ВТУ.

Ограждающая дамба возведена до промежуточной отметки 223,3 м для работы 3-х агрегатов, с последующим строительством до проектных отметок в полном объеме.

Для заполнения водой второй очереди верхнего водоема была разобрана временная дамба. Временная дамба служила для отделения первой от второй очереди строительства водоема и для работы первого агрегата.

Актом рабочей технической комиссии от 22 октября 2012 года было принято решение о за-

полнении второй очереди верхнего водоема Днестровской ГАЭС.

Уникальность этого проекта заключается в том, что украинские строители построили наибольшее в Европе озеро на высоте 150 метров над нижним водохранилищем. Его размеры – длина около 3 километров и ширина 1 километр. Верхний водоем находится на высоте 150 метров над нижним и имеет полный объем 38,8 млн. м³ воды и 32,7 млн. м³. полезный.

При использовании такого водоема, после ввода Днестровской ГАЭС на полную мощность (7 гидроагрегатов) годовое производство электроэнергии составит 2,7 млрд. кВт-ч.

© Бондаренко Ю.Н., Павловский В.И., Норенков В.И., Сук С.П., Фурман И.И., 2013

