

Плотины ГЭС

Плотина

- Плотина — перегораживающее реку (или другой водоток) для подъёма уровня воды перед ним, сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища. Плотина и водохранилище существенно воздействуют на реку и прилегающие территории: изменяются режим стока реки, температура воды, продолжительность ледостава; затрудняется миграция рыбы; берега реки в верхнем бьефе затопляются; меняется микроклимат прибрежных территорий. Плотина обычно является основным сооружением гидроузла.
- Тип и конструкция плотины определяются её размерами, назначением, а также природными условиями и видом основного строительного материала. По назначению различают плотины водохранилищные и плотины водоподъёмные (предназначенные лишь для повышения уровня верхнего бьефа).
- По величине напора плотины условно подразделяют на
 - низконапорные (с напором до 10 м),
 - средненапорные (от 10 до 40 м)
 - высоконапорные (более 40 м)

- В зависимости от роли, выполняемой в составе гидроузла, плотина может быть:
- глухой, если служит лишь преградой для течения воды;
- водосливной, когда предназначена для сброса избыточных расходов воды и оборудована поверхностными водосливными отверстиями (открытыми или с затворами) или глубинными водоспусками;
- станционной, если имеет водозаборные отверстия (с соответствующим оборудованием) и водоводы, питающие турбины ГЭС.
- По основному материалу, из которого возводят плотины, различают:
- Земляные плотины,
- Каменные плотины,
- Бетонные плотины,
- Деревянные плотины.

Земляная плотина

- Земляная плотина возводится полностью или частично из малопроницаемого грунта. Уложенный по верховому откосу плотины, малопроницаемый грунт образует экран; при расположении такого грунта внутри тела плотины создаётся ядро. Верховой откос плотины защищают от воздействия волн бетонными плитами или каменной наброской. При возведении земляной насыпной плотины грунт добывают в карьере экскаваторами, транспортируют к месту сооружения самосвалами, укладывают в тело плотины, разравнивают бульдозерами и уплотняют послойно катками. Возведение намывной плотины включает разработку грунта землесосами или гидромониторами, транспортировку пульпы по трубам и распределение её по поверхности возводимой плотины, после чего вода уходит, а оседающий грунт самоуплотняется. Для подготовки основания и возведения земляной плотины в русле реки её котлован ограждается перемычками, а река отводится по заранее проложенным временным водоводам, закрываемым после возведения плотины.

Грунтовые плотины

- Как следует из их названия, грунтовые плотины строятся из грунтовых материалов – песка, суглинка, камня. Все они гравитационные, т.е. их устойчивость обеспечивается за счет их веса. Плюсами грунтовых плотин является простота и технологичность их создания, использование легкодоступных местных материалов, высокая сейсмоустойчивость. Минусами – необходимость специальных мер по борьбе с фильтрацией, более сложные и дорогие водосбросные сооружения, неустойчивость при переливе воды через гребень.
- Грунтовые плотины разделяются в зависимости от используемого при их создании материала – на земляные, каменные и каменно-земляные. Грунтовые плотины получили самое широкое распространение, особенно на равнинных гидроузлах, где они входят в состав напорного фронта в 99% случаев.

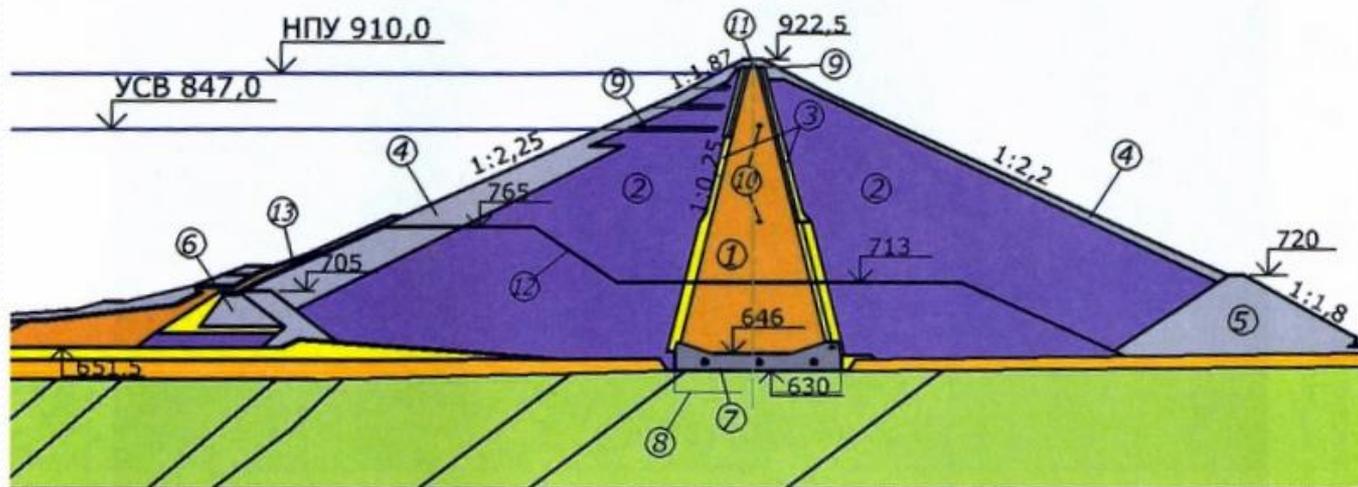


Рис. 12.23. Нурукская плотина на р. Вахш

1 – ядро из материала конуса-выноса (скелетный материал); 2 – упорные призмы из гравийно-галечникового грунта; 3 – переходные зоны; 4 – пригрузка откосов горной массой; 5 – низовой банкет из горной массы; 6 – верховая перемычка; 7 – бетонная пробка; 8 – укрепительная цементация; 9 – антисейсмические пояса; 10 – смотровая галерея 2x2 м; 11 – смотровая галерея 4x4 м на гребне ядра; 12 – контур плотины первой очереди; 13 – временный экран плотины первой очереди

Каменная (набросная) плотина

- В каменной (набросной) плотине экран или центральный водонепроницаемый элемент (диафрагму) выполняют из железобетона, асфальта, дерева, металла, полимерных материалов. Требование малой водопроницаемости распространяется и на основание плотины. Если грунт основания проницаем на большую глубину, его покрывают перед плотиной понуром (например, из глины), образующим с экраном одно целое. Плотина с ядром дополняется устройством в основании стальной шпунтовой стенки или противодиффузионной завесы. Камень в каменнонабросную и каменно-земляную плотину отсыпается слоями большой высоты.

Бетонные плотины

- Бетонные плотины обычно классифицируют по конструктивному признаку в зависимости от условий работы на сдвиг; соответственно этому различают 3 основных типа плотин — гравитационные плотины, арочные плотины, контрфорсные плотины. Основным материалом для современных бетонных плотин (преимущественно гравитационных) служит гидротехнический бетон

- Контрфорсные плотины работают главным образом не за счет веса, а за счет передачи усилий на основание с помощью специальных подпорных стенок – контрфорсов. Такая конструкция плотины требует значительно меньше бетона, но существенно сложнее в строительстве.

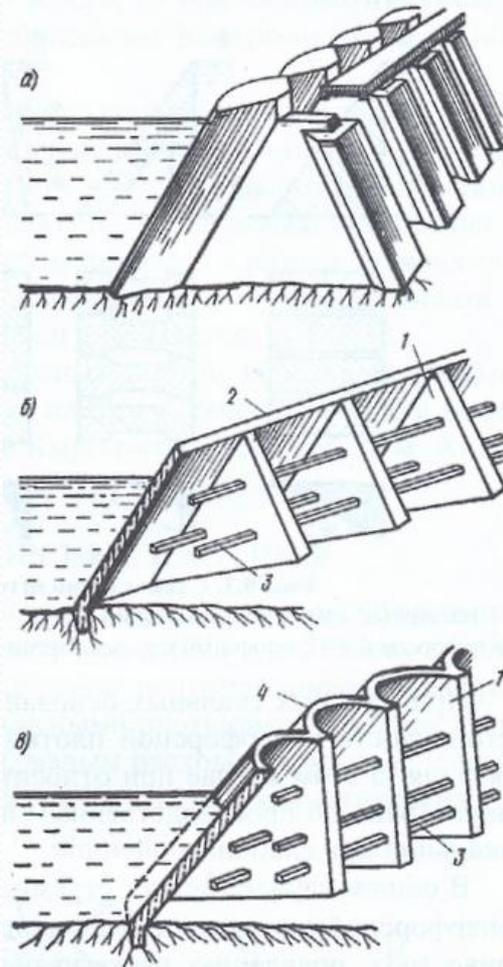


Рис. 9.1. Типы контрфорсных плотин:
а – массивно-контрфорсная; *б* – с плоскими перекрытиями; *в* – с арочными перекрытиями (многоарочная); 1 – контрфорс; 2 – плоские перекрытия – плиты; 3 – балки жесткости; 4 – арочные перекрытия

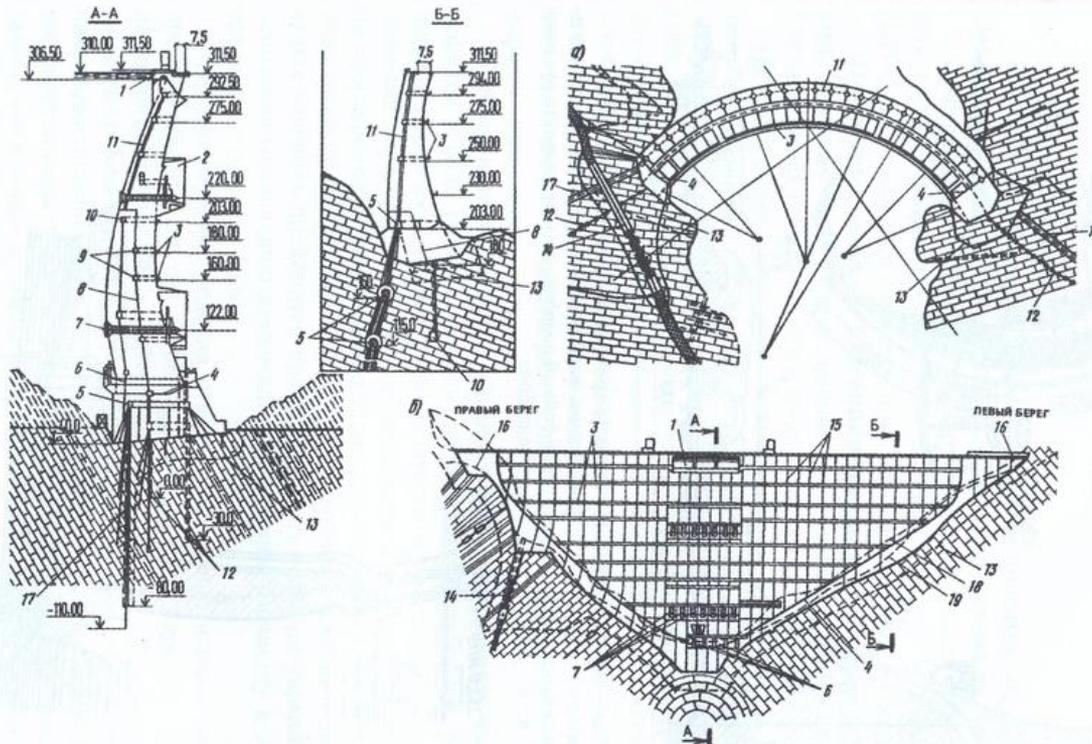
Деревянные плотины

- В лесных районах часто сооружают низконапорные деревянные плотины свайной и ряжевой конструкции (обычно их устраивают водосливными).
- Особый тип водоподпорного сооружения — разборная судоходная плотина. Для её возведения в летнюю межень на плоском флютбете устанавливают контрфорсы из стальных ферм, по ним прокладывают мосты, на которые опирают затворы простейшей конструкции. Плотина подпирает уровень верхнего бьефа, а суда и плоты идут через шлюз. В многоводный период затворы и мосты убирают, фермы контрфорсов укладывают на флютбет, открывая судам и плотам путь через плотину.

Арочные плотины

- Арочные плотины передают давление воды в берега. Бетон в них работает на сжатие, а в этом случае его прочность очень велика. Поэтому, арочные плотины могут быть очень тонкими и экономичными. Минусами арочных плотин является невозможность их строительства в широких створах, а также наличие особых требований к качеству и конфигурации склонов.

Кроме того, различают:



Арочная плотина с защемленными пятями — арочная плотина, сопрягающаяся с берегами посредством глубокой врезки, заполняемой бетоном в распор. Глубина врезки составляет не менее половины толщины арки в месте опирания. Арочная плотина с периметральным швом — арочная плотина, опирающаяся на седло, отделенная от плотины периметральным швом.

Гравитационно-арочная плотина — криволинейная в плане плотина из бетона или каменной кладки, устойчивость и прочность которой обеспечивается (в основном) действием собственного веса и (частично) работой плотины как свода с передачей нагрузки на скальные берега. Гравитационно-арочная плотина является переходным типом между гравитационной и арочной плотиной.

Крупнейшие ГЭС

Наименование	Мощность, ГВт	Среднегодовая выработка, млрд кВт·ч	Собственник	Расположен
Три ущелья	22,50	98,00		р. Янцзы, г. Сандоупин, Китай
Итайпу	14,00	92,00	Итайпу-Бинасионал	р. Парана, г. <u>Фос-ду-Игуасу</u> , Бразилия/Парагвай
Силоду	13,90	64,80		р. Янцзы, Китай
Гури	10,30	40,00		р. Карони, Венесуэла
Черчилл-Фолс	5,43	35,00	Newfoundland and Labrador Hydro	р. Черчилл, Канада
Тукуруи	8,30	21,00	Eletrobrás	р. Токантинс, Бразилия

Наименование	Мощность, <u>ГВт</u>	Среднегодовая выработка, млрд <u>кВт·ч</u>	Собственник	География
Саяно-Шушенская ГЭС	6,40 ^[сн.1]	23,50 ^[сн.1]	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Енисей</u> , г. <u>Саяногорск</u>
Красноярская ГЭС	6,00	20,40	<u>ОАО «Красноярская ГЭС»</u>	р. <u>Енисей</u> , г. <u>Дивногорск</u>
<u>Братская ГЭС</u>	4,52	22,60	<u>ОАО Иркутскэнерго, Р ФФИ</u>	р. <u>Ангара</u> , г. <u>Братск</u>
Усть-Илимская ГЭС	3,84	21,70	<u>ОАО Иркутскэнерго, Р ФФИ</u>	р. <u>Ангара</u> , г. <u>Усть-Илимск</u>
Богучанская ГЭС	3,00	17,60	<u>ОАО «Богучанская ГЭС», ОАО РусГидро</u>	р. <u>Ангара</u> , г. <u>Кодинск</u>
Волжская ГЭС	2,62	11,63	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Волга</u> , г. <u>Волгоград</u> и г. <u>Волжский</u> (плотина ГЭС находится между городами)
Жигулёвская ГЭС	2,38	10,34	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Волга</u> , г. <u>Жигулевск</u>
Бурейская ГЭС	2,01	7,10	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Бурейя</u> , пос. <u>Талакан</u>
Чебоксарская ГЭС	1,40 (0,8)	3,50 (2,2)	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Волга</u> , г. <u>Новочебоксарск</u>
Саратовская ГЭС	1,38	5,7	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Волга</u> , г. <u>Балаково</u>
Зейская ГЭС	1,33	4,91	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Зейя</u> , г. <u>Зейя</u>
Нижнекамская ГЭС	1,25 (0,45) ¹	2,67 (1,8)	<u>ОАО «Генерирующая компания», ОАО «Татэнерго»</u>	р. <u>Кама</u> , г. <u>Набережные Челны</u>
Загорская ГАЭС	1,20	1,95	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Кунья</u> , пос. <u>Богородское</u>
Воткинская ГЭС	1,02	2,28	<u>ОАО РусГидро</u>	р. <u>Кама</u> , г. <u>Чайковский</u>

Три ущелья



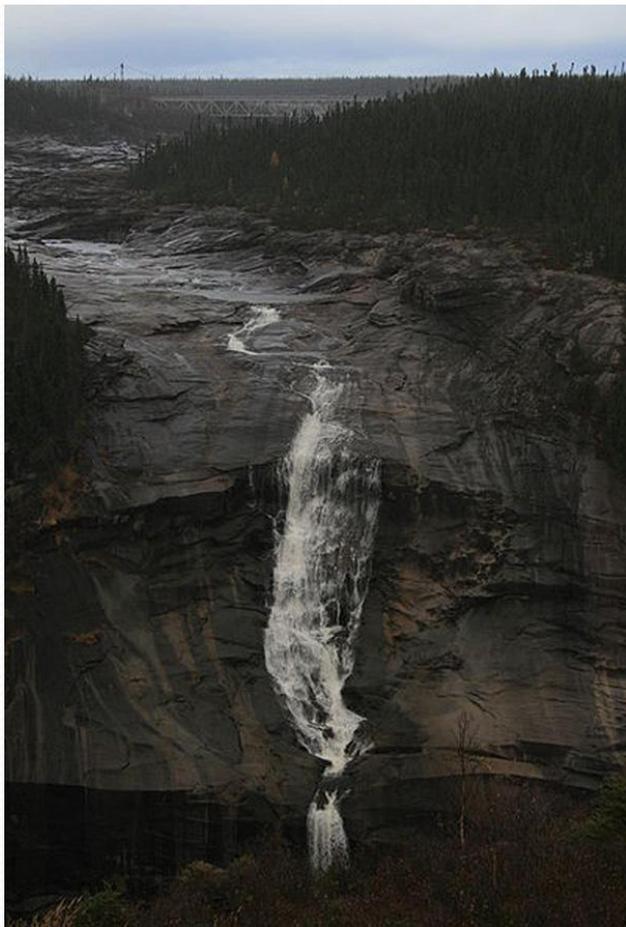
- В Китае заканчивается строиться самая большая в мире ГЭС. Она расположена на реке Янцзы. Проектная мощность станции составляет 22,4 ГВт. Станция располагается в округе Ичан провинции Хубэй. Начав строить этот масштабный проект еще в 1992 году, Китай словно бы продолжил коммунистическую традицию строек-гигантов. Идея же о возведении в этих землях плотины выдвигалась еще в 1918 году. Высота построенной плотины составила 185 метров. Возникшее водохранилище составляет площадь более 1000 квадратных километров. Возведение этой станции привело к переселению более 1,2 миллиона человек. Под водой оказались 2 города и множество деревень. ГЭС не только вырабатывает электричество, необходимое для растущей экономики Китая, но и регулирует водный режим Янцзы. Раньше паводки реки приводили к большим катаклизмам. В этой части реки улучшилось и судоходство, грузооборот возрос в десять раз!

Итайпу



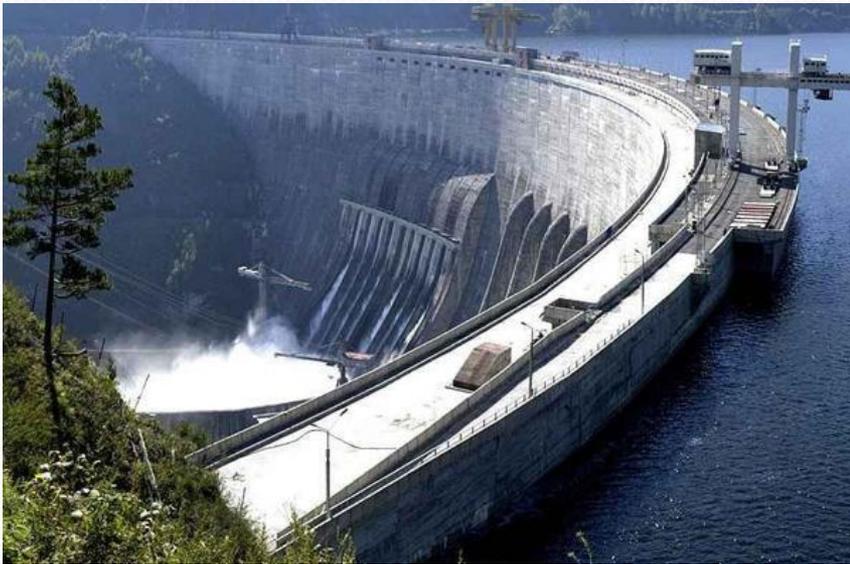
- Эта станция располагается в Бразилии на реке Парана, в 20 километрах от города Фосс-ду-Игуасу. Мощность станции составляет 14 ГВт. Первые работы по проектированию станции и подготовки к строительству начались в 1971 году, первые генераторы были запущены в 1984 году, а последние - в 2007. Общая длинная комбинированной плотины составила более 7 километров, а ее высота - 196 метров. Чтобы осуществлять строительство, в скалах даже был прорублен 150-метровый канал. Значение ГЭС весьма велико - она вырабатывает около 16% потребляемого Бразилией электричества и 71% - Парагвая. Хотя мощность "Трех плотин" и выше, общий годовой объем электричества Итайпу вырабатывает больше из-за более равномерного гидрологического режима Параны по сравнению с Янцзы.

Водопад Черчилля.



- Эта деривационная ГЭС установлена на реке Черчилл, что в канадской провинции Ньюфаундленд и Лабрадор. Станция установлена на месте водопада, который был осушен после отвода реки. Весь комплекс, как и сама река с водопадом, названы в честь английского премьера Уинстона Черчилля. Мощность ГЭС в 5,43 ГВт обеспечивают 11 турбин. Здесь располагается второй по величине в мире (после Робер-Бурасса) подземный машинный зал. Строительство началось в 1967 году, а уже спустя 4 года оно было закончено. Возникшее водохранилище в 7 тысяч км² образовано не одной дамбой, а целым их деривационным комплексом. В итоге общая длина плотины составляет около 64 километров. Самая длинная дамба около 6 километров в длину. Существующий проект развития станции путем установки новых дамб планирует увеличить мощность станции до 6,42 ГВт.

Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С.Непорожнего



- Эта ГЭС является самой крупной в России. Ее мощность составляет 6,4 ГВт, но после аварии она заметно снизилась. В декабре 2010 года станция уже работает на 2,56 ГВт, планируется полное восстановление к 2014 году. Расположена ГЭС на реке Енисей, неподалеку от Саяногорска. Название напрямую связано с Саянскими горами и близкого села Шушенское, известного, как место ссылки Ленина. Строительство началось в 1963 году, официально закончившись лишь в 2000. При строительстве и эксплуатации появились некоторые проблемы с трещинами и разрушениями водосборных сооружений, временно решенные. Длина местной плотины составляет 1074 метров, а ее высота - 245 метров. При ее строительстве использовалось столько бетона, что его бы хватило бы на строительство автострады от Санкт-Петербурга до Владивостока. ГЭС является основой Саянского производственного комплекса, в который входят алюминиевые заводы, угольные и железные рудники, предприятия легкой и пищевой промышленности. В 2009 году на Саяно-Шушенской ГЭС произошла крупная авария, в результате которой погибло 75 человек, а в Енисей попала большое количество турбинного масла.