|  |
| --- |
| **ГИДРОЛОГИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ** |

**§ 1.** **Назначение водохранилищ и их размещение на земном шаре**

*Водохранилище* - это искусственный водоем, созданный для накопления и последующего использования воды, а также регулирования поверхностного стока. Их стали сооружать еще в глубокой древности. Одним из первых на Земле является водохранилище с плотиной Садд-эль-Кафара, созданное в древнем Египте в 2950 г. до н.э. В XX веке их стали создавать повсеместно. В настоящее время на земном шаре имеется более 30 тыс. водохранилищ с общей площадью 400 тыс. км2 (с подпруженными озерами - 600 тыс. км2) и общим объемом 6 тыс. км3 (это 0,016 % от мировых запасов пресных вод). Крупных водохранилищ (объем более 0,1 км3) всего 2500. Больше всего их в Северной Америке (900), Азии (650) и Европе (525). В России - более 200. Самую большую площадь в мире имеет водохранилище Вольта (Гана) - 8480 км2 , а из подпруженных озер - Виктория (Уганда) - 76000 км2, и оно же - самый большой объем - 205 км3. К крупнейшим водохранилищам мира также относятся: Братское (Россия) - 169 км3, 5470 км2, Кариба (Замбия) - 160 км3, 4450 км2, Насер (Египет) - 157 км3, 5120 км2.

Водохранилища Красноярское (на р. Енисей), Зейское (р. Зея), Куйбышевское (р. Волга), Байкальское (р. Ангара) имеют объемы от 47 до 73 км3.

Водохранилища - природно-техногенный комплекс с управляемым человеком гидрологическим режимом. Водохранилища используются для орошения, обводнения земель, водоснабжения населенных пунктов и предприятий, улучшения судоходства, регулирования речного стока для гидроэнергетики и предотвращения наводнений. Их также используют для рыбного хозяйства, спорта, рекреации.

Водохранилища создаются путем возведения плотин, путем обвалования речной поймы. На больших реках создаются каскады водохранилищ (Волга, Дон, Днепр, Миссури, Колорадо). Малые водохранилища называются *прудами*.

**§ 2.** **Типы водохранилищ**

Водохранилища подразделяются на типы по разным показателям.

а) По морфологии ложа:

- *долинные: 1. русловые* (Партизанское на р. Альма, Симферопольское на р. Салгир)*; 2. пойменно-долинные* (Эгиз-Оба в долине р. Альма);

*- котловинные* (подпруженные плотинами озера, лагуны, лиманы);

б) По способу заполнения водой:

*- запрудные* (Изобильненское, Демерджинское)

- *наливные* (Эгиз-Оба, Межгорное).

в) По орографическому положению:

- *горные* (Нурекское); имеют узкие глубокие котловины, большой подпор (до 300 м);

- *предгорные* (Братское); имеют высоту подпорных плотиной вод до 50-100 м;

*- равнинные* (Куйбышевское, Каховское); имеют широкие, мелкие (менее 30 м) котловины;

*- приморские* (Сасык на Черном море); сооружены на месте лиманов и заливов, отгорожены от моря дамбами и плотинами высотой до 5 м.

г) По месту в речном бассейне:

*- верховые;*

*- низовые;*

*- каскады.*

**§ 3. Морфометрические характеристики водохранилищ**

Наиболее важными характеристиками водохранилищ являются *площадь* его поверхности, *объем и глубина (уровень воды)*. Две первые характеристики напрямую зависят от последней, поскольку она определяет плановую и объемную форму водохранилища. Изменение объема и площади в связи с изменением положения уровня (глубины) может быть представлено кривыми площадей (батиграфической кривой), объемов и средних глубин. Батиграфическая кривая показывает, какая площадь поверхности водохранилища соответствует данной высоте стояния уровня или глубине. Кривая объемов показывает, какой объем воды находится ниже любого заданного уровня (или глубины).

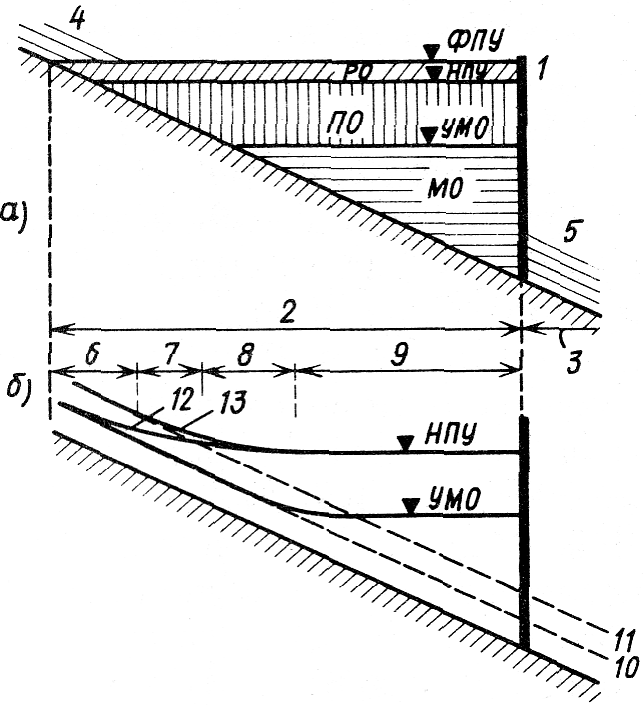
В водохранилищах выделяют несколько характерных уровней (рис. 18).

Рис. 18. Основные элементы (а) и зоны (б) водохранилища (по А.Б. Авакяну и др.)

1 – плотина, 2 – верхний бьеф плотины, 3 – нижний бьеф плотины, 4 – река выше водохранилища, 5 – река в нижнем бьефе, 6 – зона выклинивания подпора, 7, 8, 9 - верхняя, средняя и нижняя зоны водохранилища, 10 – меженный, 11 – половодный (паводковый) уровень воды в реке до сооружения плотины, 12 – меженный, 13 - половодный (паводковый) уровень воды в реке в условиях подпора; ФПУ – форсированный подпорный уровень, НПУ – нормальный подпорный уровень, УМО – уровень мертвого объема, РО – резервный объем, ПО – полезный объем, МО – мертвый объем.

*НПУ - нормальный подпорный (проектный) уровень*, выше которого подъем воды в водохранилище, как правило, не допускается. *ФПУ – форсированный подпорный уровень* превышает НПУ на 1-2 м и кратковременно допускается в редких случаях при пропуске вод особенно больших половодий и паводков. *УМО – уровень мертвого объема*, ниже которого сработка вод невозможна. Между ФПУ и НПУ находится *резервный объем* водохранилища, между НПУ и УМО – *полезный объем*, а ниже УМО – *мертвый объем*.

**§ 4. Гидрологический режим водохранилищ**

Характерная черта структуры водного баланса водохранилища - это преобладание притока речных вод в приходной части баланса и преобладание стока вод в расходной части. На долю осадков приходится лишь 2-3% прихода вод, а на долю испарения – не более 10% расхода вод.

Колебания уровня воды в основном являются следствиями искусственного регулирования процесса наполнения и процесса сработки водохранилища (спуск вод). Как и на озерах обычны сгонно-нагонные колебания уровня воды водохранилища, сейши.

Течения в водохранилищах имеют много общего с течением в озерах, но имеют более сложный и нестационарный характер. Волнение обычно слабее, чем в озерах. Высота волн до 2-3 м.

Термический режим крупных водохранилищ сходен с озерами, но отличается нестабильностью. Период ледовых явлений аналогичен озерам и более продолжителен, чем на реках. Наблюдаются все формы ледовых образований. Особенностью является оседание льда на дно мелководий по мере понижения уровня воды. Вблизи плотины вода обычно не замерзает.

Особенности гидрохимического и гидробиологического режимов водохранилищ определяются:

а) интенсивностью водообмена и проточностью водохранилища;

б) характером грунтов, почв, растительности затопленных зон и зон подтопления;

в) режимом накопления и сработки вод водохранилища.

В водохранилищах с глубиной отмечается увеличение минерализации и содержания СО2, а также уменьшение температуры и концентрации кислорода. На качество воды оказывает влияние разложение остатков растительности в зоне затопления. В целом гидрохимический и биологический режим близок к режиму, характерному для озер.

**§ 5.** **Формирование берегов и заиление**

После сооружения водохранилища его подтопленные берега - бывшие склоны долины подвергаются абразии. Происходит формирование берегового уступа и абразионной отмели, разрушение и отступание берега (до 9 м/год). На берегах развиваются просадочные, суффозионные, оползневые и осыпные явления, способствующие дальнейшему разрушению берегов водохранилища. Для берегов специфичностью является ступенчатость их поперечного профиля при искусственном регулировании уровней в пределах большой амплитуды.

Водохранилища, как и озера, являются аккумуляторами наносов. Отложение в водохранилище мелких взвешенных наносов называется *заилением*, а крупных, влекомых - *занесением.* В равнинных водохранилищах в процессе заиления ежегодное формирование толщи донных отложений невелико, в среднем 0,25 см (реже до 6 см/год). Водохранилища, построенные на горных реках, заиливаются быстро и сильно. Например, емкость водохранилища на реке Мургаб за 40 лет сократилась на 2/3. В целом процесс заиления носит затухающий характер. Однако, в засушливых районах его интенсивность велика, так некоторые водохранилища в пустынных районах США заполнялись наносами за 10-15 лет.

Считается, что «время жизни водохранилища» - есть время заиления его мертвого объема. Это время можно рассчитать по формуле:

,

где Vмо – мертвый объем, м3; Wk – среднегодовой сток наносов, м3; δ – доля наносов, идущих транзитом (0,3-0,4 для равнинных водохранилищ). Wk определяется из соотношения , где R среднегодовой расход наносов, кг/с; ρ – плотность донных отложений (700-2200 кг/м3).

**§ 6.** **Влияние водохранилищ на природную среду**

Водохранилища оказывают на природную среду существенное влияние. Оно сказывается в следующем.

а) Замедляется водообмен в гидрографической сети речных бассейнов. В естественной обстановке период условного водообмена составлял в среднем 19 суток. В результате сооружений водохранилищ, он увеличился к 1960 г. до 40 суток, а в 1980 г. - до 99 суток, т.е. более чем в 5 раз. Наиболее сильно водообмен замедлился в Азии - в 14 раз. Сооружение водохранилищ ведет к уменьшению стока воды, наносов, тепла. Возрастают водные поверхности и, следовательно, испарение. Уменьшение водообмена приводит к уменьшению скорости течения в реках, к уменьшению способности рек к самоочищению. Уменьшение стока наносов вызывает нарушение баланса наносов в устьях рек и разрушение дельты. Преображается водный режим рек, характер русловых процессов, происходит обсыхание речных пойм.

б) Сказывается выравнивающее воздействие водохранилищ (как и озер) на температуру воды в реках и на микроклимат района.

в) Сооружение водохранилищ имеет ряд негативных экологических последствий: затопление и подтопление земель, повышение уровня грунтовых вод, способствующее заболачиванию, происходит потеря ценных сельскохозяйственных земель при их затоплении в больших масштабах. Суммарная площадь затопления в мире уже составляет 240 тыс. км2 (0,3% земель суши).

г) Снижается продуктивность естественного почвенно-растительного покрова подтопленных земель, ухудшаются условия прохода на нерест многих пород рыб.

д) Водохранилища оказывают влияние на микроклиматические условия, которое проявляется в усилении ветра, увеличении влажности воздуха и росте атмосферных осадков, выравнивании годовых колебаний температуры воздуха района.

е) Сооружение водохранилищ с большим объемом воды приводит к увеличению сейсмичности района не менее чем на 1 балл.

**§ 7.** **Водохранилища Крыма и Украины**

В Крыму создано 900 водохранилищ с общим объемом 390,71 млн. м3 воды. В том числе имеется 24 крупных водохранилища, объем которых более 1 млн. м3. Среди них наиболее крупные следующие:

Чернореченское - с проектным объемом воды 64 млн. м3

Межгорное - 50 млн. м3

Симферопольское -36 млн. м3

Фронтовое - 35,5 млн. м3

Партизанское - 34,4 млн. м3

Загорское - 27,8 млн. м3

Альминское - 24 млн. м3

Белогорское - 23,3 млн. м3

Аянское-3,9 млн. м3

На Украине построено 1087 водохранилищ с общим объемом воды 55 млрд. м3 и создано 27500 прудов с объемом воды 3 млрд. м3. Особое место занимают водохранилища Днепровского каскада ГЭС с общим объемом 43,7 млрд. м3 воды.