

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОХОДНЫХ ШЛЮЗОВ.....	6
1.1. Судходные шлюзы, их основные элементы и классификация	6
1.2. Типы и конструкции камер шлюзов.....	9
1.3. Конструкции голов шлюзов	22
1.4. Конструкции причально-направляющих сооружений	27
Глава 2. ОСНОВЫ И ОСОБЕННОСТИ СТАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ СУДОХОДНЫХ ШЛЮЗОВ.....	32
2.1. Основные расчетные положения и нагрузки.....	32
2.2. Расчетные случаи	35
2.3. Основное давление грунта обратных засыпок.....	37
2.4. Дополнительное (реактивное) давление грунта обратных засыпок	42
2.5. Судовые нагрузки.....	46
2.6. Расчет конструкций камер с неразрезными днищами	49
2.7. Расчет конструкций камер с разрезными и водопроницаемыми днищами.....	62
2.8. Расчет конструкций камер на скальном основании.....	67
2.9. Расчет устойчивости голов на нескальных основаниях	70
2.10. Расчет прочности устоев и днищ голов	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
Библиографический список	83

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы появились новые нормативные документы, статические расчеты строительных конструкций гидротехнических сооружений водного транспорта — судоходных шлюзов (камер, голов, причально-направляющих сооружений) — претерпели определенные изменения. Регулирование уровня воды в камерах шлюзов обуславливает применение конструкций, которые практически не используются на других гидротехнических сооружениях и имеют различия в применяемых расчетных методиках. Эти обстоятельства привели к необходимости написания данного учебного пособия.

Кроме изложения основ и характерных особенностей статических расчетов судоходных шлюзов, в учебном пособии приводится краткое описание их типов и конструкций, необходимое для правильного понимания используемых расчетных схем сооружений и элементов. Конструкции гидромеханического оборудования, надземных зданий и подводных каналов судоходных шлюзов рассчитываются с применением других методов и с учетом иных нормативных документов и поэтому здесь не рассматриваются.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по дисциплинам: «Гидротехнические сооружения водного транспорта», «Гидротехнические сооружения водного транспорта и континентального шельфа», «Сооружения речных гидроузлов».

Глава 1. ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОХОДНЫХ ШЛЮЗОВ

1.1. Судоходные шлюзы, их основные элементы и классификация

Судоходный шлюз — это гидротехническое сооружение, предназначенное для преодоления судами сосредоточенного перепада уровней воды на гидроузле. Пропуск судов и составов через шлюз называется *шлюзованием*. Судоходные шлюзы на внутренних водных путях подразделяются [1]:

- по числу камер, расположенных последовательно: однокамерные, двухкамерные и многокамерные (иногда их называют многоступенчатые) (рис. 1.1);
- по числу камер, расположенных параллельно: однопниточные, двухпниточные и т.д.;
- по величине напора на камеру: низконапорные с расчетным напором — $H_d < 10$ м, средненапорные — $10 < H_d < 30$ м, высоконапорные — $H_d > 30$ м;
- по типу грунтов основания: шлюзы на скальном и нескальном основаниях.

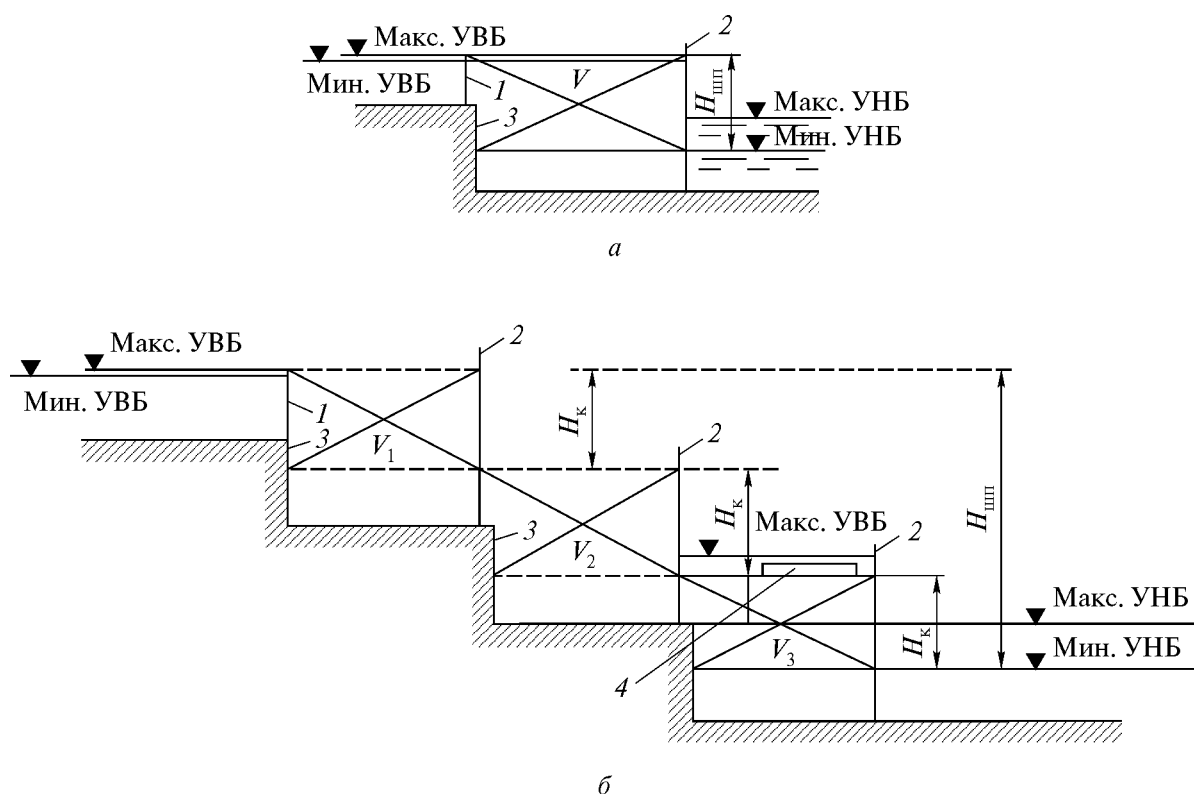


Рис. 1.1. Схематические продольные разрезы шлюзов:

- а* — однокамерного; *б* — трехкамерного; 1 — верхние ворота; 2 — нижние и средние ворота; 3 — стенка падения; 4 — боковой водослив; УВБ — уровень верхнего бьефа; УНБ — уровень нижнего бьефа; $H_{шпл}$ — напор воды на шлюз; H_k — напор воды на камеру ($H_k = H_{шпл}/3$); V, V_1, V_2, V_3 — сливные призмы

Основными элементами судоходных шлюзов являются камеры, головы и причально-направляющие сооружения в подходах.

Камеры шлюзов представляют собой отрезки каналов, ограниченные по концам головами и огражденные в поперечном сечении стенами и днищем, допускающими быстрое изменение уровня воды в них. На стенах камер располагают причальные устройства, обеспечивающие безопасность вертикального перемещения судов при шлюзовании.

Процесс повышения уровня воды в камере от уровня нижнего бьефа до уровня верхнего или до уровня выравнивания в смежной камере многокамерного шлюза называется наполнением камеры, обратный процесс понижения уровня воды в камере от уровня верх-

него бьефа до уровня нижнего или до уровня выравнивания в смежной камере — опорожнением камеры. Камеры судоходных шлюзов наполняются и опорожняются с помощью водопроводных устройств, называемых системой питания, или водопроводной системой шлюза.

Головы шлюзов являются напорными гидротехническими конструкциями, позволяющими поддерживать в камерах уровни воды, отличающиеся от уровня верхнего или нижнего бьефа, а также пропускать из бьефа в камеру (и обратно) при выровненных уровнях воды шлюзующиеся суда. Судопропускные отверстия голов перекрывают затворами, которые называют воротами шлюза. Головы служат также для полного или частичного размещения в них водопроводных устройств, оборудования и управления шлюзом.

Голову шлюза между верхним бьефом и камерой называют верхней, между камерой и нижним бьефом — нижней, а между смежными камерами многокамерных шлюзов — средней.

В некоторых случаях для сокращения времени пропуска пассажирских и одиночных судов через длинную камеру однокамерного шлюза ее разделяют на две части промежуточной головой, которая может выполнять функции как верхней, так и нижней головы.

Конструкции голов и отметки их порогов (королей) зависят от наличия на них стенок падения (см. рис. 1.1).

Верхние головы шлюзов устраивают, как правило, со стенками падения, что уменьшает высоту верхних ворот и причально-направляющих сооружений верхнего подхода, а также сокращает объемы земляных работ по верхнему подходу. Без стенок падения верхние головы строят только при транспортном шлюзовании рек низконапорными судоходными плотинами. Средние головы многокамерных шлюзов устраивают всегда со стенками падения. Нижние и промежуточные головы по условиям пропуска через них судов стенок падения иметь не могут.

Отметка порога нижней головы (и верха днища примыкающей к ней камеры) определяется непосредственным вычитанием заданной судоходной глубины $S_{\text{п}}$ от отметки минимального навигационного уровня воды в подходе к шлюзу расчетной обеспеченности с учетом падения его при размывах дна в нижнем бьефе гидроузла, неустановившегося движения воды при наполнении — опорожнении камер шлюзов и пуске — остановке агрегатов насосных станций, гидроэлектростанций и сгонно-нагонных явлений при длительном воздействии на водную поверхность ветра определенного направления.

На верхних головах отметку порога часто дополнительно понижают на 1-2 м для уменьшения сопротивления движению судов при проходе ими сжатого живого сечения над стенками падения, а также с учетом навигационной сработки водохранилища.

На многокамерных шлюзах при небольших колебаниях верхнего и нижнего бьефов расчетные максимальные и минимальные уровни воды в средних камерах и отметки порогов средних голов определяют делением полного падения уровня воды на шлюзе между его камерами на равные части по высоте — соответственно при максимальных и минимальных уровнях воды в бьефах, как это показано на рис. 1.2.

При значительных колебаниях уровней воды в нижнем бьефе, происходящих на большинстве гидроузлов с ограниченным регулированием стока, такое деление величины падения приводит к последовательному увеличению высот стен и ворот по направлению к нижнему бьефу. В этих случаях для выравнивания напоров воды на камеры в нижней камере устраивают водосливы для бокового сброса воды при окончании выравнивания уровня в смежных камерах (см. рис. 1.1, б). При больших навигационных колебаниях верхнего бьефа для той же цели водосливы устраивают во второй камере сверху.

Примыкающие к верхним и нижним головам водные подходы предназначены для маневрирования и отстоя судов, проходящих через шлюз. Как правило, они представляют собой огражденные дамбами каналы увеличенной ширины, на которых устраиваются причальные сооружения и направляющие палы (рис. 1.3). У причалов суда и составы ожи-

дают входа в камеру, занятую шлюзованием других судов; подходные палы служат для направления судов и составов в шлюзовую камеру в случае их отклонения от точного курса по оси шлюза.

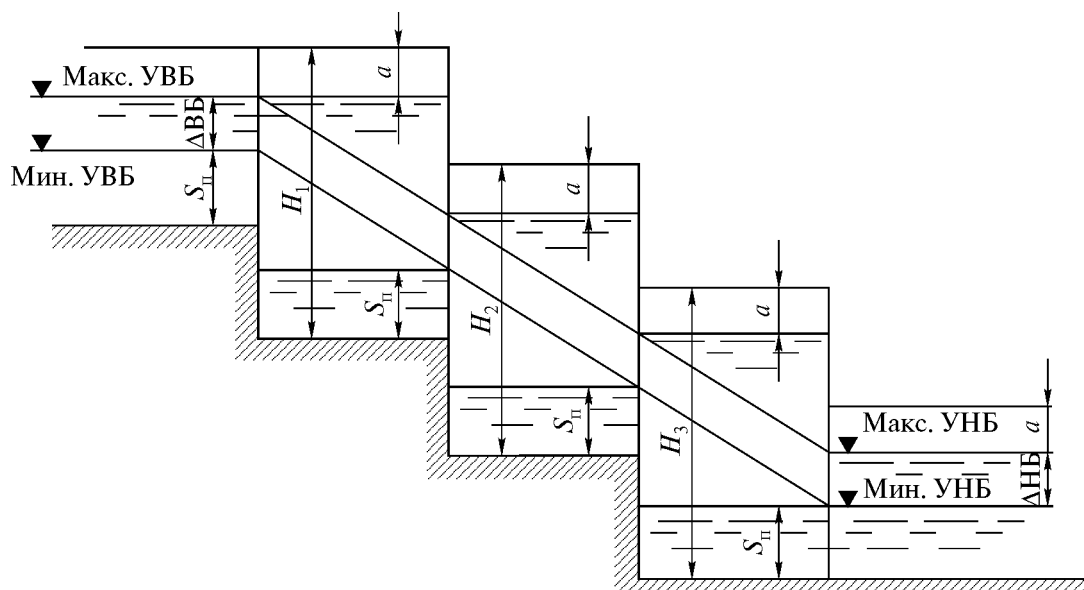


Рис. 1.2. Схема деления падения уровней на многокамерном шлюзе при небольших колебаниях уровней воды в обоих бьефах:
ВБ — верхний бьеф; НБ — нижний бьеф

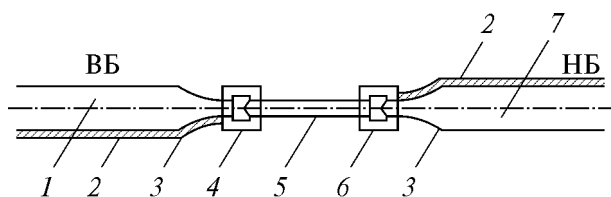


Рис. 1.3. Однокамерный шлюз с подходными каналами:
1 — верхний подходной канал; 2 — причальная линия; 3 — направляющая пала;
4 — верхняя голова; 5 — камера; 6 — нижняя голова; 7 — нижний подходной канал

Судоходные шлюзы можно классифицировать по ряду признаков, и в первую очередь, как было отмечено выше, — по числу камер, расположенных последовательно друг за другом. В однокамерном шлюзе суда преодолевают сразу весь перепад от уровня верхнего до уровня нижнего бьефа, или напор на сооружение. В многокамерном шлюзе этот перепад разделен между камерами; суда последовательно преодолевают перепад в каждой камере от начального уровня воды в ней до уровня в смежной камере. Строить многокамерные шлюзы приходится в случаях, когда по геологическим, конструктивным, водохозяйственным или другим условиям необходимо уменьшить напор на камеру шлюза. На сжимаемых основаниях однокамерные шлюзы могут строиться с напором до 20–22 м; на скальных — до 35 м и более.

Как указывалось выше, по числу камер параллельного (одновременного) шлюзования шлюзы бывают однониточными, двухниточными (парными) и трехниточными. На судоходных реках со значительным грузооборотом для увеличения пропускной способности судоходных сооружений строят две или более ниток шлюзов.

В зависимости от системы наполнения — опорожнения камеры водой различают шлюзы с сосредоточенной и распределительной системой питания. При сосредоточенной системе вода подается в камеру и выпускается из нее в одном месте, обычно в головах шлюза. Поэтому такая система часто называется головной. При распределительной системе подача воды и ее выпуск распределяются по всей длине камеры с помощью донных галерей или боковых, проходящих в камерных стенах.

По конструктивным особенностям шлюзовых камер различают шлюзы с камерами, имеющими сплошное (разрезное, неразрезное или временно-разрезное) днище или водопроницаемое с отдельно стоящими стенами.

По типу грунтов основания выделяют шлюзы на скальном основании, имеющие специфические конструкции камерных стен в зависимости от прочности скалы и уровня ее кровли.

В зависимости от уровня обратных засыпок камерных стен различают шлюзы с полной и неполной обратной засыпкой. При высоте стен $H_{ст}$ более 20 м для облегчения их конструкций рекомендуется отсыпать грунт за стенами на высоту $(0,7-0,8)H_{ст}$ [2]. Более подробно конструктивные особенности основных элементов судоходных шлюзов будут рассмотрены в следующих разделах.

1.2. Типы и конструкции камер шлюзов

Типы и конструкции камер судоходных шлюзов на нескальных основаниях в значительной степени зависят от геологических условий и геотехнических характеристик оснований: прочности (несущей способности), деформативности, водопроницаемости, сопротивления сдвигу и размыву слагающих их пород.

В настоящее время камеры судоходных шлюзов возводят, как правило, из бетона и железобетона [2–4]. Деревянные (ряжевые) конструкции сохранились лишь на малых реках и поэтому ниже не рассматриваются. Металлический шпунт применяется при строительстве низконапорных камер.

Камеры шлюзов различаются по типам стен, днищ и обратных засыпок. По типу стен камеры подразделяются на откосные, полуоткосные и вертикальные.

Откосные (рис. 1.4, *а*) и полуоткосные камеры широко применяли в прошлом при строительстве шлюзов небольшого напора (до 2–3 м). Но и при таких напорах значительно увеличивался объем сливной призмы, и было трудно предохранять откосы камер от оползания при многократном и быстром изменении уровня воды в них. Кроме того, безопасность шлюзования судов при опорожнении камер заставляла устраивать вдоль одного или обоих откосов камер вертикальные направляющие эстакады, что значительно уменьшало единственное преимущество откосных камер по сравнению с вертикальными — их небольшую стоимость. Поэтому откосные камеры в настоящее время применяют редко — только в низконапорных гидроузлах с разборными судоходными плотинами и на малых реках с небольшим грузооборотом.

В речных гидроузлах комплексного назначения и на магистральных водных путях шлюзы строят с вертикальными стенами камер (рис. 1.4, *б*, *в*). Небольшой (50/1–100/1) уклон лицевым граням стен придают лишь для того, чтобы при неравномерных осадках основания верхняя часть стен не вышла в сторону камеры за ее полезные габариты.

По типу днищ применяют два основных вида камер: со сплошными практически водонепроницаемыми железобетонными днищами, жестко связанными со стенами камер (рис. 1.4, *б*) и с водопроницаемыми днищами и отдельно стоящими стенами (рис. 1.4, *в*).

При сплошном водонепроницаемом днище камеры шлюзов в фильтрационном отношении представляют собой замкнутую коробку, которую фильтрационный поток воды обтекает снизу — при напорном движении воды под ней и сбоку — при безнапорном движении воды в обход сооружения. Эта фильтрация воды при постоянной небольшой ширине шлюзов вдоль напорного фронта по сравнению с их длиной и при медленном изменении уровней воды в бьефах носит пространственный установившийся характер (рис. 1.5, *а*).

Если камера выдвинута в нижний бьеф, то суммарная длина голов и камер шлюза со сплошными днищами всегда намного превышает необходимую и безопасную длину путей фильтрации воды под сооружением и в обход его. Поэтому для облегчения работы кон-

струкций и понижения уровня грунтовых вод за стенами устраивают открытый или закрытый дренаж (рис. 1.5, а, б, в). При небольших колебаниях уровня нижнего бьефа дренаж за стенами однокамерного шлюза обычно располагают у нижних голов, немного (до 1 м) выше максимального уровня этого бьефа с тем, чтобы дренаж всегда можно было осмотреть и в случае необходимости отремонтировать. При больших колебаниях уровня нижнего бьефа, достигающих иногда более 10 м, осушение камер для ремонта предусматривают только при самых высоких меженных (летне-осенних и зимних) уровнях и при половодных уровнях частой повторяемости (например 10 %-й), на которых и располагают дренаж, допуская его затопление в период высоких половодий редкой повторяемости (рис. 1.5, г). В средних камерах многокамерных шлюзов дренаж чаще всего располагают немного выше максимального уровня воды в нижележащей камере.

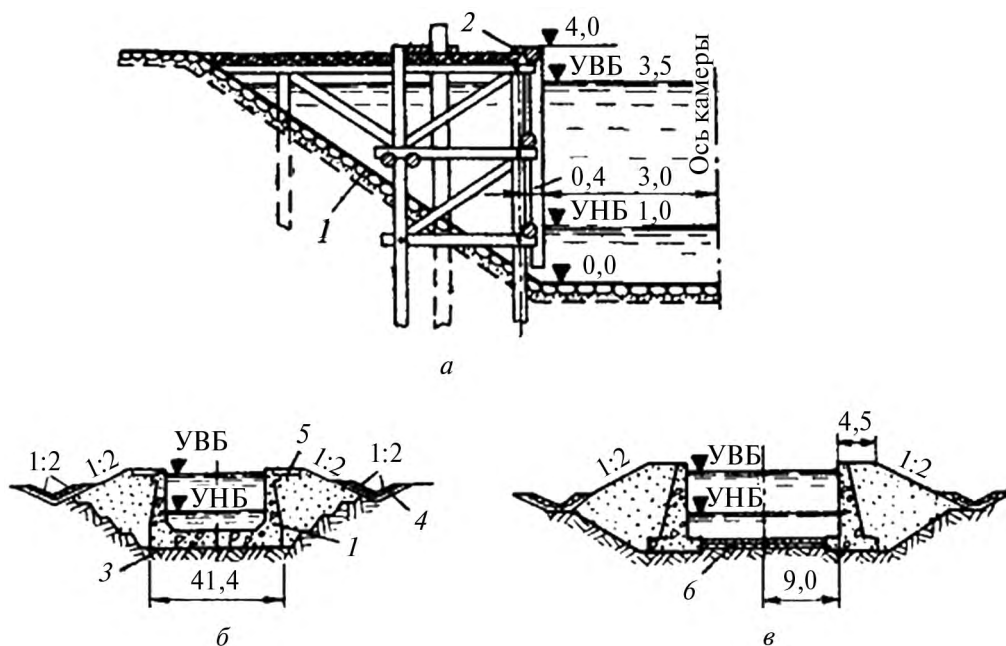


Рис. 1.4. Камеры судоходных шлюзов:

а — с откосными стенами и направляющими эстакадами; б — со стенами, жестко связанными со сплошным железобетонным (водонепроницаемым) днищем; в — с отдельно стоящими стенами и водопроницаемым днищем; 1 — стены камеры; 2 — направляющая эстакада; 3 — водонепроницаемое днище камеры; 4 — дренаж; 5 — пришлюзовая площадка; б — водопроницаемое днище в виде крепления на обратном фильтре

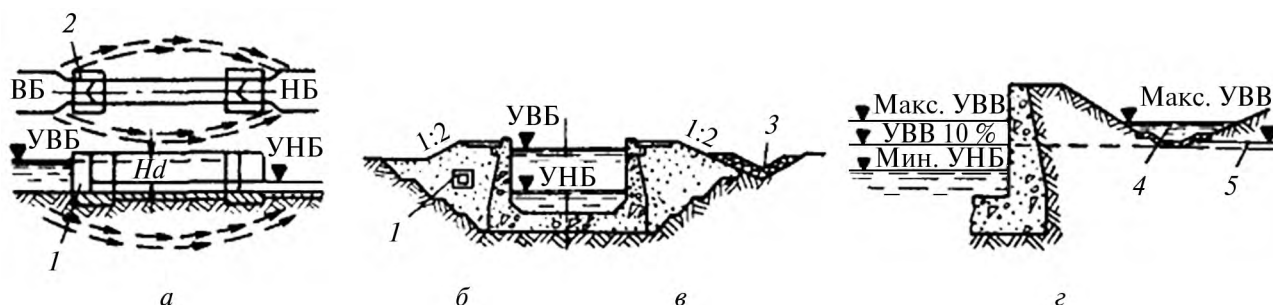


Рис. 1.5. Дренаж за стенами выдвинутых в нижний бьеф камер шлюзов с водопроницаемыми днищами:

а — схема фильтрации воды в обход шлюза и под камерой при отсутствии дренажа за ее стенами; б — поперечный разрез камеры с закрытым дренажем за стенами; в — то же с открытым дренажем; г — высотное расположение дренажа при большой амплитуде колебаний уровня воды в нижнем бьефе; 1 — верхняя голова шлюза; 2 — закрытый дренаж; 3 — открытый дренаж; 4 — дренажный кювет; 5 — уровень верха ремонтных ворот; УВБ — уровень высоких вод

Дренажи вдоль камер шлюзов устраивают с продольным уклоном 0,002—0,005 в сторону нижнего бьефа, чтобы в них не застаивалась вода в случае неравномерных осадок дренажа. При наличии за стенами камер дренажа опасность может представлять только сосредоточенная (контактная) фильтрация воды по сопряжению обратной засыпки грунта с поверхностью бетона тыловых граней голов. Для ограничения контактной фильтрации вдоль тыловых граней верхних голов их пазухи часто засыпают маловодопроницаемыми связными грунтами и осуществляют следующие конструктивные меры (рис. 1.6):

- устраивают выступы бетона на тыловых гранях головы или в грунтовую засыпку забивают короткую линию шпунта;

- низовую часть обратной засыпки голов выполняют из песка, что обеспечивает заполнение им возможных щелей между глинистой обратной засыпкой и бетоном головы после подъема напора.

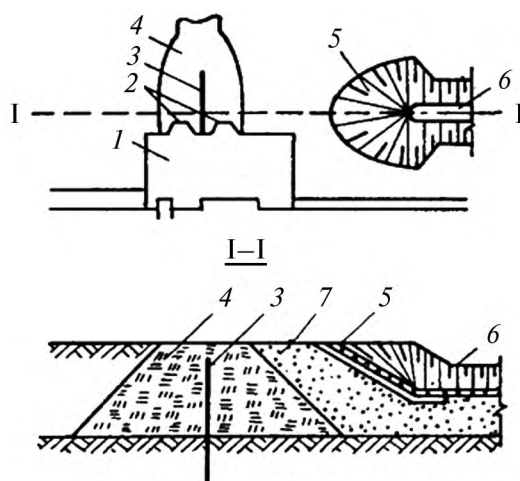


Рис. 1.6. Противофильтрационные мероприятия у верхней головы шлюза:

- 1 — устой головы в плане; 2 — выступы на тыловой грани устоя головы;
- 3 — стальной шпунт; 4 — шпора из суглинка; 5 — обратный фильтр;
- 6 — дренажный кювет; 7 — песчаная часть обратной засыпки

При камере шлюза со сплошным днищем, выдвинутой в верхний бьеф, в напорный фронт входит нижняя голова (в многокамерных шлюзах — иногда средняя голова), на которой и сосредоточивается (при отсутствии засыпки за стенами или дренажа в ней) весь напор на камеру. В этом случае обходный контур входящей в напорный фронт головы должен быть достаточно развит; обычно для этого забивают в сопряжении с земляным сооружением стальной шпунт.

Для облегчения конструкций камер обратную засыпку за их стенами можно выполнять (если позволяют компоновочные условия) с наименьшей необходимой для эксплуатации шириной пришлюзовой площадки поверху (3,5—5,0 м в зависимости от категории водного пути) и устраивать за ней обратный откос (см. рис. 1.4, б, в). Но можно также ограничить высоту этой засыпки (при выдвинутой в нижний бьеф камере — обычно отметкой верха открытого дренажа); в этом случае эксплуатационные площадки вдоль камеры устраивают на консолях (рис. 1.7).

При водопроницаемых днищах камер на общее движение фильтрационного потока из верхнего бьефа в нижний накладывается фильтрация воды: при наполненной камере — из камеры в обратную засыпку (рис. 1.8, а), под нижней головой и в обход ее — в нижний бьеф; при опорожненной камере — из верхнего бьефа в камеру, под верхней головой и в обход ее и из обратной засыпки под стенами в камеру (рис. 1.8, б). Эта фильтрация воды в камеру и из нее носит неустановившийся характер, так как шлюзования происходят часто и уровни воды в камере на отметках верхнего и нижнего бьефов стоят недолго — ми-

нуты, часы. При осушении камеры для ремонта фильтрация воды в нее приобретает установившийся характер.

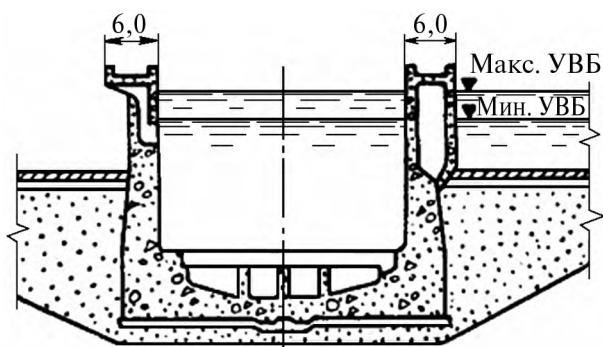


Рис. 1.7. Камеры с неполной засыпкой стен:
а — в нижнем бьефе; б — в верхнем бьефе

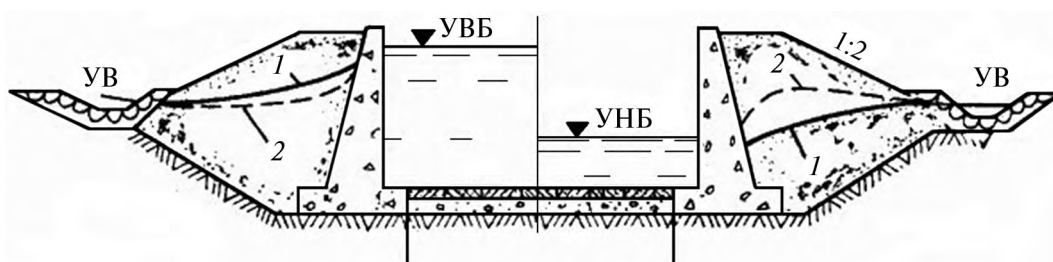


Рис. 1.8. Фильтрация воды с водопроницаемым дном:
а — из наполненной камеры в обратную засыпку; б — из засыпки в опорожненную камеру;
1 — при установившемся движении фильтрационного потока; 2 — при неустановившемся
движении фильтрационного потока; УВ — уровень воды в дренаже

Каждая голова шлюза при водопроницаемом днище камеры является в фильтрационном отношении самостоятельным напорным сооружением. Соответственно этому каждая из них должна иметь самостоятельный подземный контур, в который обычно входят понур и шпунт перед ним (рис. 1.9). Напорными сооружениями являются в данном случае и стены камер, условия фильтрационной работы которых вызывают необходимость устройства, и у них достаточно развитого подземного контура (см. рис. 1.8).

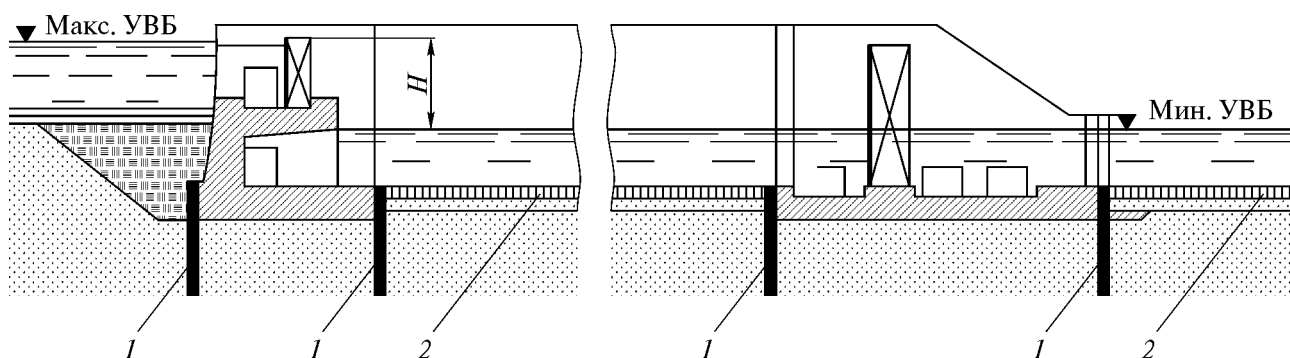


Рис. 1.9. Продольный разрез шлюза с водопроницаемым дном:
1 — шпунтовый ряд; 2 — крепление, уложенное на обратном фильтре

Таким образом, камеры шлюзов с водопроницаемыми днищами всегда выдвигают в нижний бьеф.

Фильтрация воды, происходящая при водопроницаемых днищах под стенами камер в обоих направлениях, вызывает необходимость (для предотвращения выноса грунта фильтрационным потоком в камеру) забивки шпунта вдоль стен и укладки обратного фильтра по дну камеры.

Наименьшие допустимые по условиям фильтрационной прочности основания длины подземного и обходного контуров голов и камер судоходных шлюзов, а также противодействие воды на них определяют общими для всех напорных гидротехнических сооружений способами. Исходя из решений плоской задачи глубина забивки шпунтов (лицевых у стен камер и низовых у голов шлюзов с водопроницаемыми днищами) может приближенно определяться (при отсутствии водоупора) по формуле

$$d_{\text{шп}} = \frac{H_{\text{ф}}}{p_{\text{гр}}} - \frac{t_{\text{п}}}{2}, \quad (1.1)$$

где $H_{\text{ф}}$ — действующий напор, равный разности отметок расчетного уровня воды и низа дренажа;

$p_{\text{гр}}$ — относительная пористость грунта;

$t_{\text{п}}$ — заглубление подошвы фундаментной плиты стен ниже дна камеры.

Камеры шлюзов со сплошными практически водонепроницаемыми железобетонными днищами на нескальных и особенно песчаных грунтах основания являются наиболее совершенными и надежными как в фильтрационном, так и в эксплуатационном отношении. Поэтому отказ от таких конструкций оправдан лишь в том случае, если для камер шлюзов с отдельно стоящими стенами той или другой конструкции и водопроницаемыми днищами требуются заметно меньшие строительные затраты. Между тем по мере увеличения напора на шлюзы с водопроницаемыми днищами приходится все значительнее, особенно при песчаных грунтах основания, развивать подземный контур их камер и голов. Одновременно возрастают объем и стоимость отдельно стоящих стен камер, которые сильно зависят от сдвиговых характеристик грунтов основания. При этом с увеличением напора на шлюз стоимости камер с водопроницаемым и сплошным железобетонным днищами сближаются.

Имеющиеся проектные данные позволяют считать, что наибольший напор на камеру шлюза $H_{\text{к}}$, при котором еще целесообразно возводить отдельно стоящие железобетонные стены камер с водопроницаемым днищем между ними, может при предварительном проектировании приниматься равным

$$H_{\text{к}} = 1,5 \text{tg } \psi B_{\text{п.к}} - (S_{\text{п}} + a), \quad (1.2)$$

где $\text{tg } \psi$ — расчетное значение коэффициента сдвига стен камеры по основанию;

$B_{\text{п.к}}$ — полезная ширина камеры;

$S_{\text{п}}$ — глубина на пороге;

a — запас верха стен над наивысшим расчетным уровнем воды в камере.

На внутренних водных путях России камеры шлюзов с отдельно стоящими стенами и водопроницаемыми днищами строили при напорах до 6 м. В зарубежном шлюзостроении такой тип камеры применяли на плотных глинистых грунтах основания и при напорах до 8–10 м.

Железобетонные стены конструкций камер со сплошным днищем без продольных водопроводных галерей (рис. 1.10) могут быть монолитными, близкими по профилю к трапеции, контрфорсными или ячеистыми. При наличии водопроводных галерей нижняя часть стен имеет рамную конструкцию, очертания которой зависят от поперечного сечения галерей (рис. 1.11, а, б); верхняя часть стен может быть как сплошной, так и контрфорсной.

Толщина железобетонных стен прямоугольного поперечного сечения (без галерей) $B_{\text{ст}}$ в зависимости от расчетных показателей грунта засыпки и уровня грунтовых вод в ней обычно принимается $(0,18–0,22)H_{\text{ст}}$ по условиям оптимального армирования.

Тыловым граням стен высотой примерно до 10–15 м придают постоянный уклон, упрощающий производство арматурных и опалубочных работ, а при большей высоте — полигональное очертание с двумя или несколькими переломами.

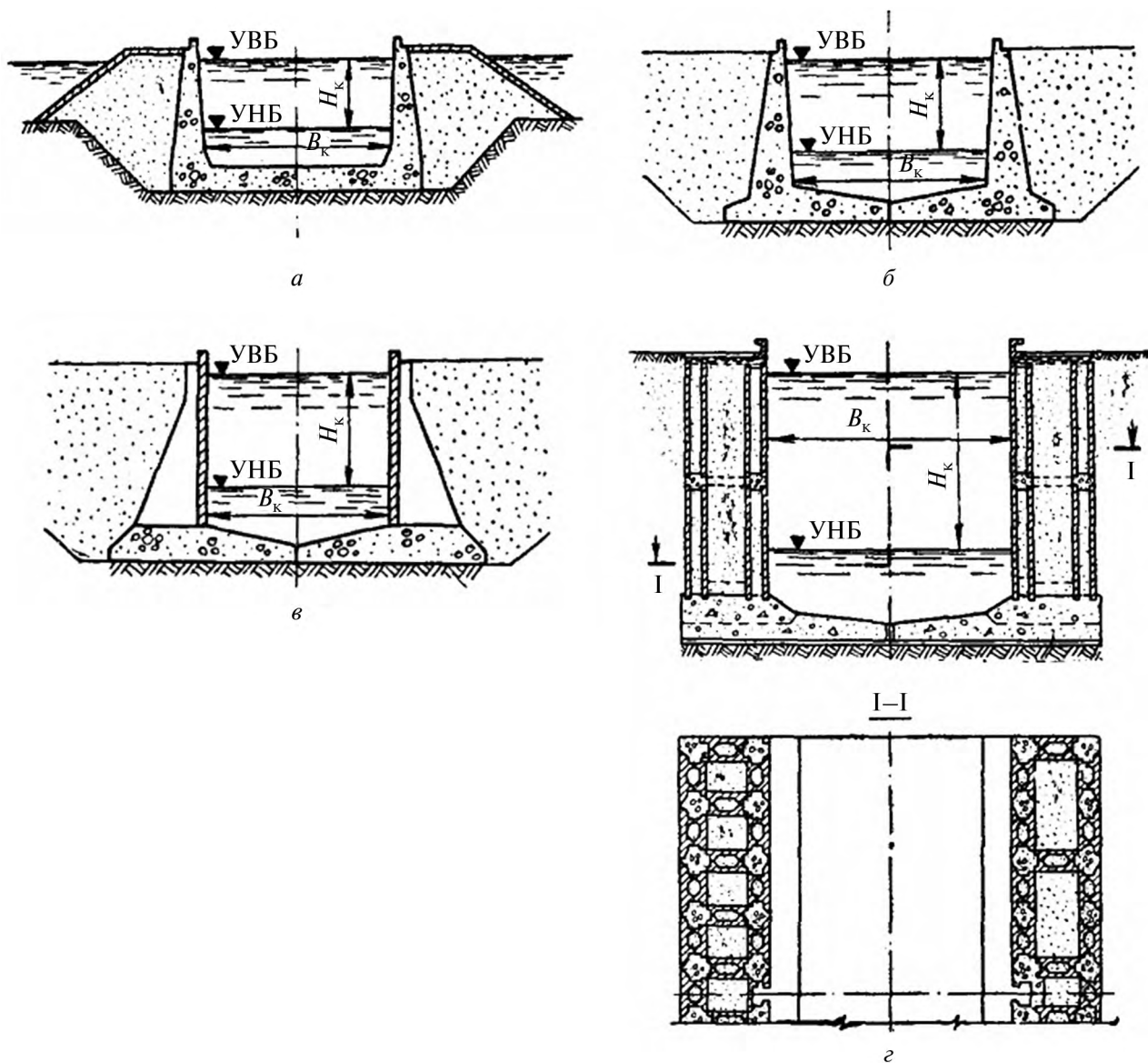


Рис. 1.10. Железобетонные камеры шлюзов без продольных водопроводных галерей:
a — с монолитными стенами и неразрезным дном; *б* — то же, с разрезным дном;
в — с контрфорсными стенами и разрезным дном; *г* — с ячеистыми стенами и разрезным дном

Для уменьшения толщины стен понижу часто устраивают постепенный переход к дну; очертание перехода ограничивают формой миделевого сечения наибольших расчетных речных судов, приближающейся к прямоугольнику со слегка закругленными нижними углами. Такие переходные участки между стенами и днами камер обычно выполняют в виде вута с уклоном 1:3–1:4 (см. рис. 1.10, *a*). Наличие вуты уменьшает концентрацию напряжений в углах сопряжения стен с дном.

Сплошные железобетонные дна камер могут быть неразрезными (см. рис. 1.10, *a* и 1.11, *б*), временно-разрезными (рис. 1.11, *в*) и разрезными консольными (см. рис. 1.10, *б* и 1.11, *а*). Для статической работы неразрезных дн камер как балок на упругом основании невыгодны большие нагрузки по их концам от веса стен и обратной засыпки. Поэтому камеры шлюзов с неразрезными днами проектируют, как правило, с относительно тонкими стенами сплошного поперечного сечения и с узкой или неполной обратной засыпкой, особенно при уширении нижней части стен для размещения в них продольных водопроводных галерей (см. рис. 1.11, *б*).

При сплошных железобетонных днах камер, жестко соединенных со стенами, устранена возможность не только сдвига стен в камеру под давлением засыпки, но и выпора грунта из-под стен в камеру. Это позволяет возводить камеры и головы шлюзов со

сплошными днищами с давлениями на грунт 3–4 кгс/см² на таких слабых (например илистых) грунтах, давления на которые при отдельно стоящих стенах не могли бы превышать 1,0–1,5 кгс/см². Толщину сплошных неразрезных днищ в большинстве случаев принимают равной 1/5–1/6 свободной высоты стен камер (над днищем); и не менее 1/8–1/10 ширины камеры. На предварительных стадиях можно принимать $0,1B_{п.к} < B_{дн} \sim 0,15B_{ст}$.

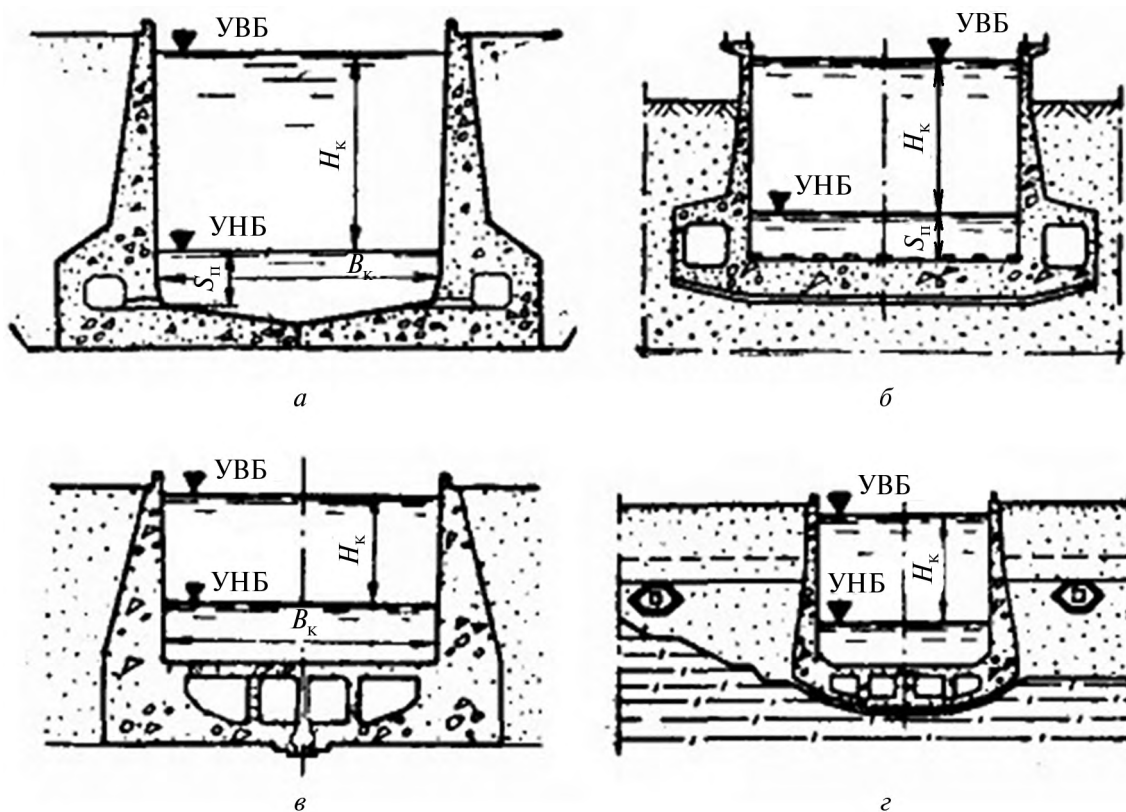


Рис. 1.11. Железобетонные камеры шлюзов с продольными водопроводными галереями: а — с рамными стенами и разрезным днищем; б — то же с неразрезным днищем; в — со стенами прямоугольного сечения и временно-разрезным днищем; г — то же с неразрезным рамным днищем

Временную разрезку днищ камер применяют для уменьшения изгибающих моментов и, следовательно, толщины этих днищ. Еще большее уменьшение толщины днищ может быть достигнуто предварительным обжатием бетона за счет растяжения арматуры верхней затяжки при неравномерной осадке полусекций днищ, постепенно нагружаемых стенами и весом обратной засыпки. Это предложение профессора А.З. Басевича было осуществлено на нескольких камерах шлюзов, в том числе при строительстве шлюзовых камер Волжской ГЭС (см. рис. 1.11, в). Однако при предварительном обжатии бетона усложняется организация производства работ, которые должны вестись по днищу, стенам камер и их обратной засыпке грунтом в определенной последовательности, зависящей от результатов статических расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций.

При размещении в днищах камер водопроводных галерей днища выполняют рамной конструкции, для которой требуется меньший объем железобетона (рис. 1.11, г).

Разрезные днища возможны при всех указанных выше типах стен камер с продольными водопроводными галереями (см. рис. 1.11, а) и без них (см. рис. 1.10, б, в).

В однопольных шлюзах разрезные днища устраивают со швом по оси камеры. При этом каждая из симметричных половин камеры представляет собой железобетонную стену на отдельном фундаменте с передней консолью, равной по длине полуширине камеры шлюза. Такая разрезка позволяет значительно уменьшить толщину днища к оси шлюза; за счет этого увеличивается живое сечение камеры, что гидравлически весьма целесообразно, так как существенно улучшает, особенно при головном наполнении камер, условия отстоя в них шлюзующихся судов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru