

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРУЕМОМ СООРУЖЕНИИ	5
2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛА	7
3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ ФЛЮТБЕТА	9
4. ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАСЧЕТЫ	11
4.1. Фильтрационный расчет методом гидродинамики	11
4.2. Фильтрационный расчет методом коэффициентов сопротивлений ...	14
4.3 Проверка толщины водобоя	18
5. ПРОВЕРКА ФИЛЬТРАЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ	19
6. КОНСТРУИРОВАНИЕ ШЛЮЗА - РЕГУЛЯТОРА	20
ЛИТЕРАТУРА	25

ВВЕДЕНИЕ

В практике природоохранного обустройства территорий регулирующие сооружения устраивают для возможности управления расходами воды, как подаваемой в ту или иную систему, так и сбрасываемую из нее. Это могут быть системы орошения и осушения, отвода поверхностного стока при борьбе с затоплением территорий, очистки вод в накопителях промышленных отходов, комплексы противозерозионных, противоселевых и других мероприятий. В последнее время, при реализации программы по использованию возобновляемых источников энергии, шлюзы-регуляторы получили применение в составе водозаборных гидроузлов для регулирования отбора и подачи воды по деривационным сооружениям к зданиям малых гидроэлектростанций.

В работе рассматривается открытый в конструктивном отношении регулятор, в котором уровень воды доступен для замеров и визуальных наблюдений. Проектирование таких сооружений заключается в расчетном обосновании размеров сооружения, что достигается проведением гидравлических и фильтрационных расчетов. На основе проведенных расчетов осуществляется окончательная компоновка сооружения.

Целью настоящего практикума является оказание методической помощи студентам очной формы обучения при выполнении расчетов по проектированию флютбета шлюза-регулятора в рамках различных дисциплин в области водохозяйственного строительства.

В первом разделе содержатся общие сведения о проектируемом сооружении. Разделы со второго по пятый посвящены гидравлическому расчету сооружения. В них подробно изложен расчет шлюза-регулятора, в частности, назначение его размеров и их проверка посредством фильтрационных расчетов методом «гидродинамики» и методом «коэффициентов сопротивлений», определение фильтрационной прочности грунта основания сооружения. Шестой раздел методических указаний посвящен конструированию шлюза-регулятора.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРУЕМОМ СООРУЖЕНИИ

Регулирующими называют сооружения, устраиваемые для регулирования уровней и расходов воды, аварийных сбросов, полного или частичного опорожнения каналов, промывки от наносов участков канала и т.д. Работа регулирующих сооружений осуществляется посредством применения затворов, как автоматически, так и с помощью подъемных механизмов. Нередко регулирующие сооружения komponуют так, чтобы было возможно выполнение нескольких задач, например, для регулирования уровня воды, сброса излишков воды, борьбы с наносами и др. Рассмотренный в данных методических указаниях регулятор (шлюз-регулятор) по конструктивному признаку относится к открытым сооружениям. Открытые регуляторы (рисунок 1) представляют собой участок искусственного русла, ограниченного флютбетом, береговыми устоями, стенками сопряжения с берегами каналов, снабженны затвором и мостиком. Такой тип регулятора можно выполнять как монолитным, так и сборным.

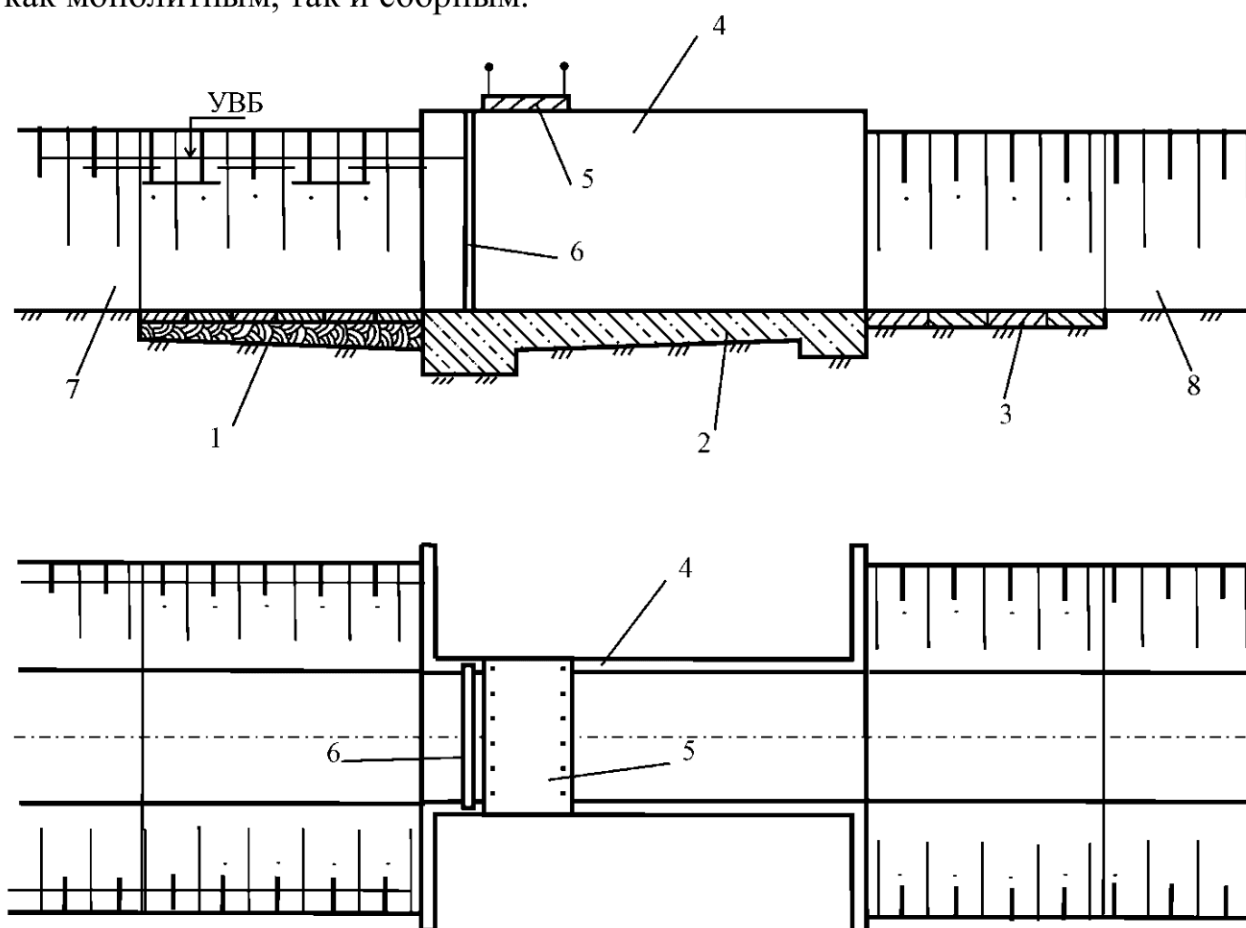


Рисунок 1 – Открытый шлюз-регулятор:

- 1 – понур; 2 – водобой; 3 – рисберма; 4 – береговые устои; 5 – мостик;
6 – затвор; 7,8 – подводящий и отводящий каналы

Рассматриваемый шлюз-регулятор является гидротехническим сооружением, создающим разность уровней воды верхнего и нижнего бьефов, так называемый действующий напор. Под влиянием действующего напора в грунтах основания флютбета происходит движение грунтовых вод (филтра-

ция), оказывающая значительное влияние как на сооружение так и на грунт основания, что должно быть учтено при проектировании одной из наиболее ответственных частей сооружения – флютбета.

Флютбет образует искусственное дно для прохождения наземного потока и служит средством организации движения грунтовых вод. Флютбет регулятора по условиям работы разделяют на три основных части (см. рисунок 1): понур (1); водобой (2) и рисберму (3).

Понур предохраняет дно верхнего бьефа от размыва поверхностным потоком, вследствие увеличения скоростей при подходе к сооружению, и частично гасит напор фильтрационного потока. Понур уменьшает фильтрационное противодействие на плиту водобоя и снижает величину выходных скоростей фильтрационного потока. Учитывая то, что понур является наиболее дешевым элементом флютбета, в случае необходимости, увеличивать длину сооружения следует за счет максимально допустимого развития понурной части. По конструкции понуры бывают гибкие и жесткие. Гибкие понуры выполняются из глинистых грунтов и укрепляются сверху от размыва поверхностным потоком мощением, бетонными или железобетонными плитами на слое гравия или песка. Гибкие понуры применяются при песчаных грунтах основания. Жесткие понуры устраивают из бетона или железобетона, когда для их выполнения нет подходящих глинистых грунтов, а также при глинистых грунтах основания.

Водобой является основной частью флютбета, воспринимающей динамическое воздействие наземного потока и противодействие со стороны фильтрационного потока. Водобой из монолитного бетона представляет собой массивную плиту, обычно утолщенную в верхней части. По подошве водобоя устраивают зубья для лучшего сопряжения с основанием и большей устойчивости сооружения на сдвиг. Водобой может выполняться также из железобетона, бутовой кладки и других материалов.

Рисберма представляет собой укрепленный участок дна нижнего бьефа за водобоем. Она предохраняет русло от размыва поверхностным потоком, уменьшает придонные скорости за счет повышенной шероховатости, обеспечивает свободный выход фильтрационному потоку и является пригрузкой грунта основания против выпора. Рисберма является водопроницаемой частью флютбета и выполняется из каменной наброски или мощения, бетонных или железобетонных плит, фашин, габионов и других материалов, которые укладывают на подготовку в виде обратного фильтра.

Линия, ограничивающая снизу водопроницаемые и маловодопроницаемые части флютбета, соприкасающиеся непосредственно с грунтом основания называется *подземным контуром*. При проектировании флютбета рассматривают ряд вариантов подземного контура, сопоставление которых ведет к выбору наиболее рационального. Под рациональным подземным контуром понимают такой контур из целого ряда возможных, при котором, с одной стороны, сооружение и его основание будут прочны и устойчивы, с другой стороны будет обеспечено сочетание условий экономичности кон-

струкции, простоты производства работ, возможность применения местных строительных материалов.

Основными вопросами, решаемыми при проектировании флютбета являются определение толщины водобоя, обеспечивающей устойчивость сооружения против воздействия фильтрационного давления, и назначение конфигурации и размеров подземного контура, обеспечивающих фильтрационную прочность основания. Оценка прочности и надежности сооружения в отношении воздействия на него грунтового потока дается на основании анализа результатов фильтрационного расчета. Фильтрационный расчет проводится с целью определения давления на подошву сооружения, фильтрационного расхода, градиентов и скоростей фильтрационного потока в основании сооружения.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛА

В соответствии с расходом воды и категорией грунта основания производится расчет канала, гидравлические параметры которого будут одинаковы для верхнего и нижнего бьефов сооружения. Расчет ведется по известным формулам гидравлики для условий равномерного движения потока, основной расчетной формулой которого служит формула Шези:

$$Q = \omega C \sqrt{R \cdot i},$$

где Q - расход канала, м³/с; ω - площадь живого сечения потока, м²; C - коэффициент Шези, м^{0,5}/с, R - гидравлический радиус, м; i - уклон дна канала.

Расчет ведется для трапецеидального поперечного сечения, в соответствии с расчетной схемой на рисунке 2.

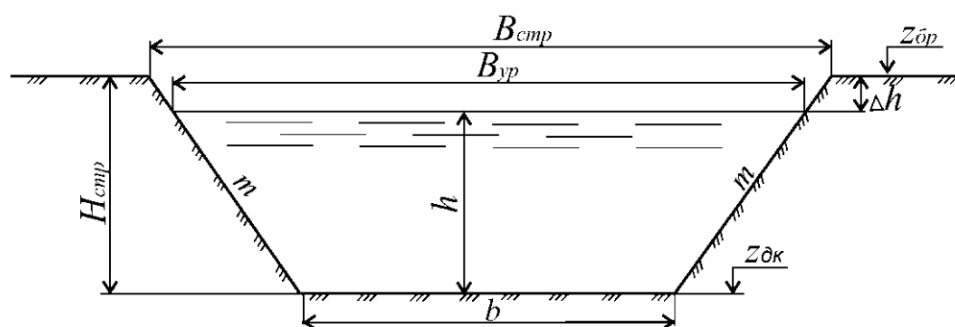


Рисунок 2 – Расчетная схема к гидравлическому расчету канала

Расчет канала производится в следующей последовательности:

- в зависимости от категории грунтов по трассе канала назначается расчетная скорость V , м/с и величина заложения откоса m (таблица 1).
- определяется площадь живого сечения канала:

$$\omega = Q/V, \text{ м}^2;$$

Таблица 1 – Значения коэффициентов заложения откосов и расчетной скорости воды в канале

Категория грунта	Коэффициент заложения откоса, m	Скорость, V, м/с
<i>Песчаные грунты</i>	2,5 – 3,5	0,2 - 0,5
<i>Супесь и легкий суглинок</i>	1,5 - 2,0	0,5 - 0,7
<i>Суглинки</i>	1,5	0,7 – 1,0
<i>Глины</i>	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5

- определяется глубина воды в канале:

$$h = \sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}}, \text{ м}$$

где β – параметр гидравлически наивыгоднейшего сечения, определяется по зависимости:

$$\beta = 3 \cdot \sqrt[4]{Q} - m, \text{ м};$$

- определяется ширина канала по дну:

$$b = \omega/h - mh, \text{ м};$$

- устанавливается строительная высота канала:

$$H_{стр} = h + \Delta h, \text{ м},$$

где Δh – превышение бровки канала над расчетным статическим уровнем воды в канале (таблица 2);

Таблица 2 – Превышение бровок канала над уровнем воды

Расход воды, м ³ /с	1 - 10	10 - 30	30 - 50
<i>Превышение бровки, м</i>	0,30	0,40	0,50

- определяется ширина канала по урезу воды:

$$B_{ур} = b + 2mh, \text{ м};$$

- строительная ширина канала определяется по зависимости:

$$B_{стр} = b + 2mH_{стр}, \text{ м};$$

- уклон дна канала:

$$i = V^2 / C^2 R,$$

где C – коэффициент Шези:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \text{ м}^{0,5}/\text{с},$$

где n – коэффициент шероховатости для каналов в земляном русле равный 0,0225

R – гидравлический радиус:

$$R = \omega / \chi, \text{ м},$$

где χ – смоченный периметр

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}, \text{ м.}$$

Для ведения дальнейших расчетов необходимо вычислить:

- отметки дна и бровки канала:

$$z_{\partial k} = z_{yB} - h, \text{ м,}$$

где z_{yB} – отметка уровня воды в канале,

$$z_{\partial p} = z_{\partial k} + H_{\text{стр}}, \text{ м;}$$

- мощность водопроницаемого основания:

$$T = z_{\partial k} - z_{\text{вод}}, \text{ м,}$$

где $z_{\text{вод}}$ – отметка водоупора.

3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ ФЛЮТБЕТА

Размер ширины флютбета может быть установлен в ходе гидравлического расчета сооружения. Остальные размеры могут быть назначены в зависимости от действующего напора (рисунок 3), и впоследствии проверены расчетами. Действующий напор определяется как разность уровней воды верхнего и нижнего бьефов:

$$H = z_{yBB} - z_{yHБ}, \text{ м}$$

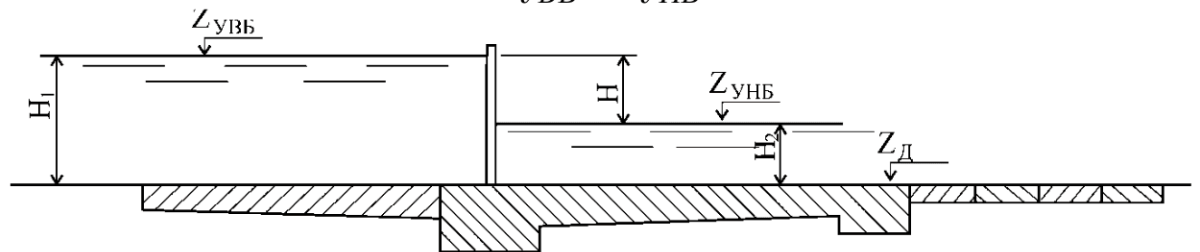


Рисунок 3 – Схема к определению действующего напора

Расчет флютбета в данной работе выполняется на наихудшие условия работы водобоя, когда воды в нижнем бьефе нет, т.е. $z_{yHБ} = z_{\partial}$. В этом случае действующий напор находится как $H = z_{yBB} - z_{\partial}$, или будет равен глубине воды в канале - $H = H_1$, м.

Длина понура (рисунок 4) назначается в зависимости от глубины воды в верхнем бьефе, в рассматриваемом случае от действующего напора, она составит:

$$l_n = (2 \div 4)H, \text{ м}$$

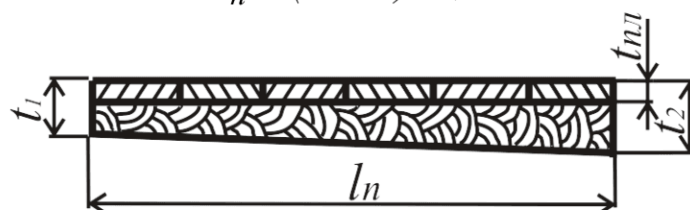


Рисунок 4 – Основные размеры понура

Понур находится под двухсторонним воздействием воды, поэтому толщину его назначают конструктивно:

- в начале $t_1 = (0,4 \div 0,6) м$;
- в конце (примыкание к плите водобоя) $t_2 = t_1 + 0,05H, м.$

Толщину плиты принимаем конструктивно $t_{пл} = 0,2 м$.

Длину водобоя (рисунок 5) можно назначить в зависимости от максимального действующего напора:

$$l_{вод} = (3 \div 5)H, м$$

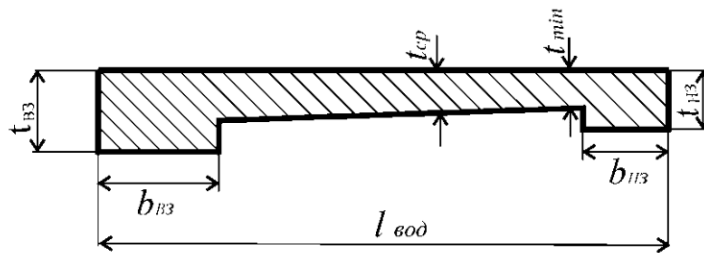


Рисунок 5 – Основные размеры понура

Наиболее характерное и простое очертание водобоя – утолщенная в верхней части плита, толщина водобоя может быть назначена в следующих пределах:

- толщина верхового зуба $t_{вз} = (0,4 - 0,7)H, м$;
- средняя толщина водобоя $t_{ср} = 0,55\sqrt{H}, м$;
- минимальная толщина плиты водобоя $t_{min} = 0,5 м$;
- толщина нижнего зуба $t_{нз} = 0,05T$, где T – толщина водопроницаемого слоя, если значение $t_{нз} \leq t_{min}$, что не соответствует пропорциям на схеме рисунка 5, то величина $t_{нз}$ принимается исходя из условия: $t_{нз} \leq (0,05 \div 0,1)l_0$, где l_0 – горизонтальная проекция подземного контура - $l_0 = l_{п} + l_{вод}$.

Остальные размеры водобоя назначают конструктивно:

- ширина верхового зуба $b_{вз} = 2,0 м$;
- ширина низового зуба $b_{нз} = 1,0 м$;

Длина рисбермы (рисунок 6) должна быть достаточной для гашения скорости поверхностного потока до величины для неукрепленного русла, из этого условия для регулятора можно принять:

$$l_{рис} = (3 \div 5)H, м.$$

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru