

Московский государственный университет леса

С. П. Карпачев

---

**ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПО КУРСУ  
МЕЛИОРАЦИЯ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПУТЕЙ И  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ**

**Задача № 6**

Учебное пособие  
для студентов специальности 250401

Москва – 2012

УДК 630.378

К 26

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПО КУРСУ  
МЕЛИОРАЦИЯ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПУТЕЙ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ  
СООРУЖЕНИЯ : Учебное пособие для студентов спец. 250401 – М.:  
МГУЛ, 2012. – 48 с.: ил.

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. для направления подготовки 656300 на основе примерных программ дисциплин “Лесоинженерное дело” для специальности 250401 2004 года.

*Учебное пособие содержит сведения по решению специальных задач по курсу мелиорации лесосплавных путей и гидротехническим сооружениям. Учебное пособие сопровождается примерами решения задач.*

Одобрено и рекомендовано к изданию в качестве учебного пособия редакционно–издательским советом университета

Рецензенты: профессор А.А. Шадрин;  
доцент Е.Н. Щербаков

Кафедра транспорта леса

Авторы: Сергей Петрович Карпачев, профессор

© Карпачев С.П., 2012

© Московский государственный университет леса

## **Введение**

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов специальности "Лесоинженерное дело".

В учебном пособии рассмотрены примеры решения задач по курсу "Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения".

Настоящая работа охватывает следующие разделы курса: гидравлические элементы потока, равномерное движение воды в открытых руслах, равномерное движение воды в каналах, равномерное движение воды в естественных речных руслах, неравномерное движение воды в открытых руслах, водосливы, движение грунтовых вод.

Все разделы сопровождаются примерами решения задач.

Целью данного учебного пособия является восполнение пробела по этой теме, недостаточно представленной в имеющейся учебной и справочной литературе, которой пользуются студенты.

## 6. Движение грунтовых вод

### 6.1. Основные понятия

Движение грунтовых вод называют фильтрацией. Движение воды через грунт может быть напорным и безнапорным. Примером напорного движения является фильтрация под гидротехническими сооружениями, например, под основанием плотины. Под действием потока возможен вымыв мельчайших частиц под гидротехническим сооружением. Для предотвращения фильтрации воды из верхнего бьефа (часть потока, расположенного перед гидротехническим сооружением) в нижний бьеф (часть потока за гидротехническим сооружением) под гидротехническим сооружением строят флютбет. Флютбет состоит (рис. 10) из понурной части, водобоя, водослива и рисбермы.

Для обеспечения устойчивой работы гидротехнического сооружения необходимо, чтобы фильтрационный поток не вымывал частицы грунта. Для этого выполняется гидротехнический расчет сооружения. Гидротехнический расчет плотины проводится с целью определения минимальной длины подземного контура фильтрации.

Условие устойчивости работы гидротехнического сооружения можно записать в виде:

$$l_{пр.} = (\sum l_{гор} + \frac{1}{3} \sum l_{вер}) \geq C_0 \cdot H, \quad (45)$$

где  $l_{пр.}$  – условная (приведенная) длина фильтрационного потока, м;

$l_{гор}$  – сумма длин горизонтальных путей фильтрации, м;

$l_{вер}$  – сумма длин вертикальных путей фильтрации, м;

$C_0$  – коэффициент зависящий от рода грунта  
значение которого приведены в табл. 6;

$H$  – напор, м.

### 6.2. Задачи для самостоятельного решения

#### Задача 6

Заданы следующие условия. Высота порога плотины  $p$ . Напор на пороге плотины  $H$ . Бытовая глубина в нижнем бьефе  $H_б$ . Расчетный расход  $Q_{max}$ . Грунт основания плотины.

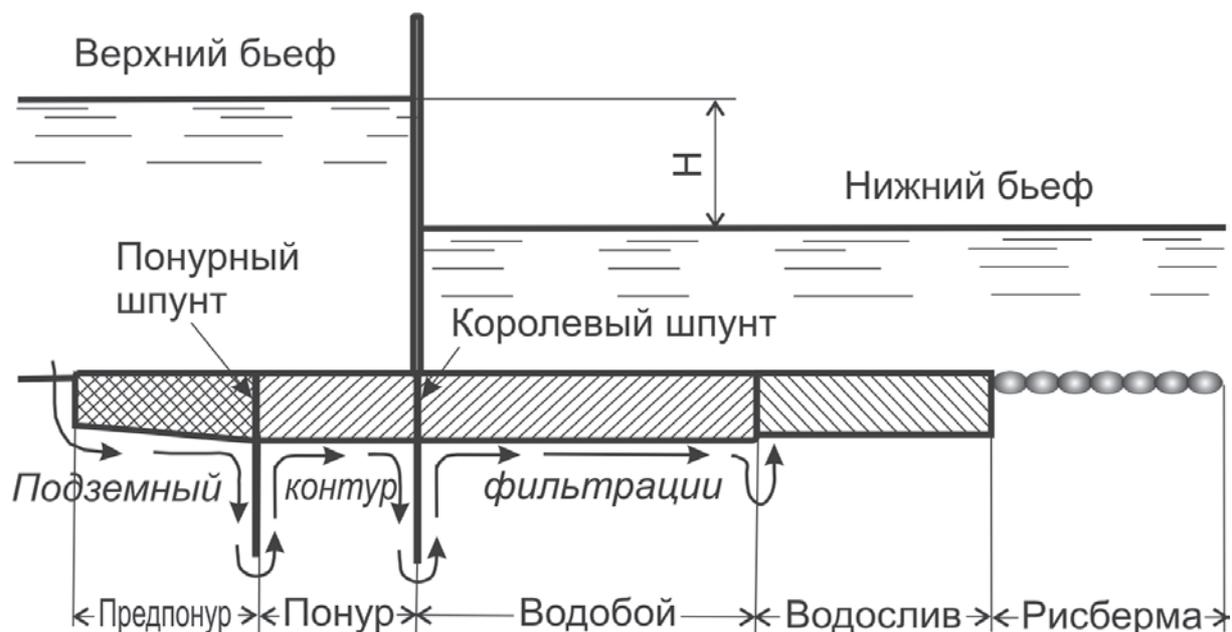


Рис. 10. Флютбет лесосплавной плотины

*Требуется* выполнить гидротехнический расчет плотины.

*Исходные данные* к задаче 2 приведены в табл. П.9 Приложения.

**Требования к оформлению задачи.** Результаты решения задачи должны быть представлены в виде отчета на листах бумаги формата А4. Отчет должен иметь титульный лист с указанием варианта, номера группы и фамилии студента. Необходимо на миллиметровой бумаге формата А4 начертить флютбет. Все размеры флютбета плотины выполнить **обязательно в масштабе**.

### 6.3. Пример решения задачи

#### *Пример задачи 6*

Заданы следующие условия. Высота порога плотины  $r = 1$  м. Напор на пороге плотины  $H = 3$  м. Бытовая глубина в нижнем бьефе  $H_6 = 2$  м. Расчетный расход  $Q_{max} = 50$  м<sup>3</sup>/с. Грунт – средний гравий.

Таблица 6

Значение коэффициента  $C_0$ 

Характер грунта основания	Значения $C_0$
Песок очень мелкий, ил	8,5
Песок мелкий	7
Песок средней крупности	6
Песок крупный	5
Гравий мелкий	4
Гравий средней крупности	3,5
Гравий крупный с галькой	3
Глина мягкая	3
Валуны с галькой и гравием	2,5
Глина средней плотности	2
Глина плотная	1,8
Глина очень плотная	1,6

Таблица 7

## Тип плотины

Группа грунта	Грунт	Напор плотины, м	Тип плотины
I	Мелкозернистые пески, средне зернистые и супеси	1,5	Одношпунтовая
		2,0	Двухшпунтовая
		2,5	“
		3,0	“
		> 3,0	Трехшпунтовая
II	Крупнозернистые пески, мелкий и средний гравий	1,5	Одношпунтовая
		2,0	“
		2,5	Двухшпунтовая
		3,0	“
		> 3,0	Трехшпунтовая
III	Суглинки средние и тяжелые, глины	1,5	Одношпунтовая
		2,0	“
		2,5	“
		3,0	Двухшпунтовая
		> 3,0	Трехшпунтовая

## Решение

Гидротехнический расчет плотины проводится с целью определения минимальной длины подземного контура фильтрации.

1. Определяем минимально необходимую длину подземного контура фильтрации из формулы (45). Коэффициент  $C_0$  принимаем по табл. 6.

$$l = C_0 H = 3,5 \cdot 3 = 10,5 \text{ м};$$

2. В зависимости от рода грунта в основании плотны, выбираем конструкцию флютбета. При этом необходимо пользоваться следующими рекомендациями:

- свайные флютбеты устраиваются на грунтах, допускающих забивку свай. При этом возвышение порога плотины под дном котлована не должно быть более 1 м;

- ряжевые флютбеты устраиваются на грунтах, не допускающих забивку свай: на скалах, скальных грунтах, крупной гальке, гальке с валунами;

- свайно-ряжевые флютбеты устраиваются на грунтах, допускающих забивку свай в тех случаях, когда требуется поднять флютбет над дном котлована более чем на 1 м.

В нашем случае допускается свайный флютбет.

3. В зависимости от величины напора, рода грунта в основании плотны, выбираем тип плотины (табл. 7).

В нашем случае плотина должна быть двухшпунтовая. Первый шпунт между предпонуром и понуром. Второй шпунт королевый между понуром и водобоем (рис. 10).

4. Определяем размеры вертикальных и горизонтальных элементов флютбета. При этом можно пользоваться следующими рекомендациями:

- если флютбет принимается с одним шпунтовым рядом, то он должен быть королевым. В двухшпунтовом флютбете устраивается королевый и понурный шпунтовые ряды;

- королевый шпунтовый ряд забивается глубже понурного;

- суммарная глубина забивки соседних шпунтовых рядов должна быть больше горизонтального расстояния между ними;

- при подборе размеров частей флютбета рекомендуется придерживаться следующих соотношений.

В свайно-ряжевом флютбете с одним шпунтовым рядом:

равной – длина понура и предпонурной подушки должна быть

$$(1 - 1,5) H;$$

– глубина забивки шпунтового ряда –  $(1 - 1,5)H$ ;

– длина водобоя –  $(2 - 2,5)H$ .

В свайно-ряжевом флютбете с двумя шпунтовыми рядами:

– длина предпонурной подушки –  $(1 - 1,5)H$ ;

– длина понура –  $(2 - 2,5)H$ ;

– суммарная глубина забивки шпунтовых рядов –  $(1,5 - 2)H$ ;

– длина водобоя –  $(2 - 3)H$ .

В ряжевом флютбете на грунтах, не допускающих забивку свай:

– длина предпонурной подушки –  $(1 - 2)H$ ;

– длина понура –  $(2 - 2,5)H$ ;

– суммарная глубина зубьев –  $(0,5 - 0,75)H$ ;

– длина водобоя –  $(2 - 3)H$ .

В нашем случае:

– длина предпонурной подушки –  $1,5H = 4,5$  м;

– длина понура –  $2,5H = 7,5$  м;

– суммарная глубина забивки шпунтовых рядов –  $1,5H = 4,5$  м;

– длина водобоя –  $2,5H = 7,5$  м.

Общая длина горизонтальных частей флютбета  $\sum l_{гор} = 19,5$  м.

Общая длина вертикальных частей флютбета  $\sum l_{вер} = 4,5$  м.

Из формулы (45) находим приведенную длину подземного контура фильтрации по Лену:

$$l_{пр.} = (\sum l_{гор} + \frac{1}{3} \sum l_{вер}) \geq C_0 \cdot H.$$

5. Проверяем условие (45):

$$l_{пр} = 19,5 \text{ м} > l = 10,5 \text{ м}.$$

Вывод: фильтрация воды под плотину не будет угрожать ее разрушению.

Если условие (45) не выполняется, то следует увеличить размеры флютбета.

#### **6.4. Примерные вопросы к защите задачи**

1. Фильтрация. Виды фильтрации.
2. Флютбет. Назначение флютбета.
3. Формула Лена.
4. Условие устойчивой работы гидротехнического сооружения.
5. Гидротехнический расчет.