

Московский государственный университет леса

С. П. Карпачев

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

Задача № 4

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.

4. Неравномерное движение воды в открытых руслах

4.1. Основные понятия

Неравномерным движением жидкости называется такое движение, когда средняя скорость течения и живое сечение потока изменяются по его длине. Неравномерное движение в речных руслах наблюдается при расширении или сужении русла, углублении или повышении дна реки, поворота русла, наличия в русле водоподпорных сооружений и т. п.

В данном живом сечении удельную энергию, вычисленную относительно плоскости сравнения, проведенной через низшую точку этого сечения, называют удельной энергией сечения. Ее выражают формулой :

$$\mathcal{E} = h_{\max} + \frac{\alpha \cdot v^2}{2 \cdot g}, \quad (39)$$

где $\alpha = 1,1$;

h_{\max} — наибольшая глубина в живом сечении.

Глубина, при которой удельная энергия сечения при данном расходе имеет наименьшее значение, называется критической глубиной — $h_{кр}$. Критическую глубину легко определить, как экстремум функции (39), полагая $v = Q/\omega$ и $h = \omega/B$. Тогда критическая глубина сечения любой формы может быть определена из выражения:

$$\frac{\omega_{кр.}^3}{B_{кр.}} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}. \quad (40)$$

Для прямоугольного русла формула (40) преобразуется к виду:

$$h_{кр.} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot q^2}{g}}, \quad (41)$$

где q — удельный расход: $q = Q/B$.

При заданном расходе критическая глубина зависит только от размеров и формы живого сечения.

Уклон дна, при котором нормальная глубина $h_0 > h_{кр}$ называют пологим, $h_0 < h_{кр}$ — крутым, $h_0 = h_{кр}$ — критическим.

Состояние потока, когда бытовая глубина больше критической ($i < i_{кр}$), называют спокойным, а при глубине потока меньше критической ($i > i_{кр}$) — бурным.

Неравномерное движение возможно как при спокойном состоянии потока, так и при бурном его состоянии.

4.2. Задачи для самостоятельного решения

Задача 4

Вода течет в лесосплавном лотке прямоугольной формы с коэффициентом шероховатости n , имеющем размеры поперечного сечения: B , h . Расход воды в канале Q . Уклон дна i .

Требуется определить критическую глубину $h_{кр}$, критический уклон $i_{кр}$, состояние потока. Построить график удельной энергии сечения в зависимости от глубины и определить минимальную удельную энергию сечения.

Исходные данные к задаче 4 приведены в табл. П.7 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. График должен быть начерчен **обязательно** на миллиметровой бумаге формата А4.

4.3. Пример решения задачи

Пример задачи 4

Построить график удельной энергии сечения в зависимости от глубины и определить минимальную удельную энергию сечения. Вода течет в лесосплавном лотке прямоугольной формы с коэффициентом шероховатости $n = 0,012$, имеющем следующие размеры поперечного сечения: $B = 1,2$ м, $h = 0,75$ м. Расход воды в канале $Q = 0,75$ м³/с. Уклон дна $i = 0,0015$.

Решение

1. Задаемся несколькими глубинами h и определяем для каждого из них значения $av^2/2g$ и \mathcal{E} . Результаты расчета заносим в таблицу ниже:

Расчет удельной энергии сечения:		
$h, \text{ м}$	$av^2/2g, \text{ м}$	$\mathcal{E}, \text{ м};$
0,15	0,97	1,12;
0,30	0,24	0,54;
0,45	0,11	0,56;
0,60	0,06	0,66;
0,75	0,039	0,789.

2. По данным таблицы строим графики: $\mathcal{E} = f(h)$ (рис. 7):

- Удельной кинетической энергии сечения.
- Удельной потенциальной энергии сечения.
- Полной энергии сечения.

3. Критическую глубину можно определить по полученному графику или по формуле (41):

$$h_{кр} = 0,35 \text{ м},$$

что подтверждается данными графика (рис. 7).

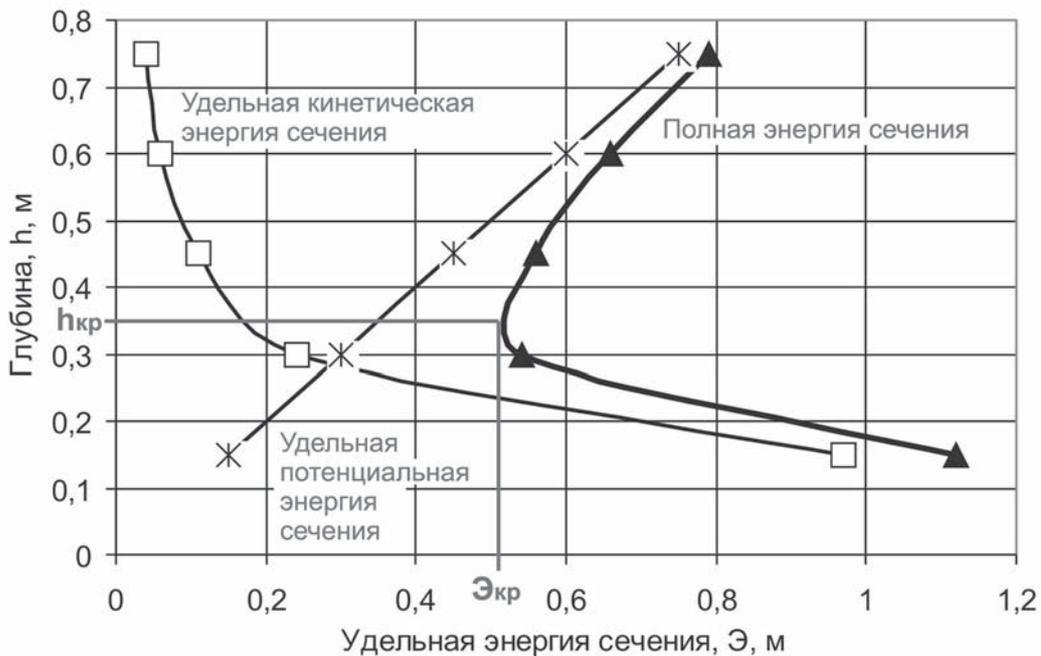


Рис. 7. График изменения удельной энергии сечения

4. Для определения критического уклона $i_{кр}$ вычисляем гидравлический радиус:

$$R_{кр} = 0,42 \text{ м}$$

$$C_{кр} = 72,1 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$$

и находим

$$i_{кр} = 0,0017.$$

Так как, $i_{кр} > i$, поток находится в спокойном состоянии.

4.4. Примерные вопросы к защите задачи

1. Неравномерное движение жидкости в открытых потоках.
2. Формула для определения удельной энергии сечения.
3. Критическая глубина.
4. Уклоны дна: пологий, критический, крутой.
5. Состояние потока: спокойное, критическое, бурное.