

РЫБОЗАГРАДИТЕЛЬНАЯ СЕТКА В РУСЛЕ Р. ДЕСНЫ: ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

А.А. Ерхов¹, Л.С. Алексеев², Л.Н. Рыжанкова³

¹Кафедра строительства систем и сооружений
водоснабжения и водоотведения
Российский государственный геологоразведочный университет
ул. Миклухо-Маклая, 23, Москва, Россия, 117997

²Кафедра водоснабжения
Московский государственный строительный университет
Ярославское шоссе, 26, Москва, Россия, 129337

³Кафедра гидравлики и гидротехнических сооружений
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье рассмотрен гидравлический расчет сети-ограждения, устанавливаемого на водотоке, для удержания рыбы в пределах малой акватории водотока. На примере сетки, установленной на участке р. Десна, доказано отсутствие влияния сетки на водообмен даже при сильном ее засорении.

Ключевые слова: рыбозаградительная сетка, потери напора, улучшение экосистемы водотока и условий для рекреации.

Создание благоприятных для рыборазведения (и, как следствие, для рекреации) условий в реке при помощи перегораживающей сетки — задача неординарная, нечасто встающая и потому редко решаемая. Действительно, установка такого заграждения не является остро необходимым методом инженерной защиты среды обитания рыб, хотя в целом и решает важную природоохранную проблему: при эффективной работе поддерживает (не ухудшает) экосистему водотока, который становится как бы проточным водоемом с бытовыми скоростями течения. Гидравлически эта практически значимая задача имеет простое (нестрогое) аналитическое решение. Вопросы ихтиологии — вторая важная задача — могут быть изучены лишь экспериментально, но последние не являются предметом рассмотрения в настоящей статье.

Несмотря на «дефицит» таких проблем (которые можно решить при помощи сетки), широко известна одна — рыбозащита при помощи сетки как основного рыбозащитного устройства на водозаборах: сетка входит в число типовых конструкторских решений, однако эффект ее рыбозащитных свойств невелик из-за повышенных подпорных скоростей (несмотря даже на косое расположение сетки), поскольку рыба не ощущает сеть как препятствие и, прижимаясь к ней, травмирует боковую линию, в результате чего гибнет. В связи с этим уже давно в качестве фильтрующей преграды на входные окна водоприемников стали устанавливать фильтрующие касеты толщиной около 10 см (из различных материалов). Но это

не значит, что исследования, связанные с различными аспектами сеток в воде, бесперспективны.

Перегораживающая сетка на р. Десне в районе оз. Круглое в черте г. Троицка Московской области установлена с целью локализации участка акватории водоема; этот участок используется для спортивного и любительского рыболовства в зоне отдыха жителей города.

Технология производства работ по установке перегораживающей сетки.

Сетка, состоящая из двух частей, установлена в местах, обозначенных на карте-снимке цифрами 1 и 2 (рис. 1).



Рис. 1. Фотография участка перегороженного русла (поисково-информационный сервис Яндекс.Карты)

Сетка выполнена из прямоугольных металлических съемных секций размером 2,0×1,5 м. Размер ячеек 50×50 мм. Материал изготовленной сетки — металлический прутко-арматура диаметром 8 мм.

Для удержания секций в вертикальном положении в дно водоема через поперечник забиты сваи двутаврового сечения N12 с шагом 2,5—1,5 м.

Секции вставлены в пазы направляющих свай. В дно водоема сваи забиты по кондуктору с плашкоута сваебойным устройством. Свайные конструкции обеспечивают достаточную жесткость и устойчивость. Дополнительная жесткость и устойчивость конструкции обеспечиваются креплением секций к сваям болтами.

Очистка секций сетки от плавающего мусора должна производиться водолазами не реже одного раза в месяц (возможно, чаще, в зависимости от степени засорения).

Установка сетки осуществляется после нереста, демонтаж — перед ледоставом для обеспечения естественной миграции рыбы, нереста, нагула и зимования.

Скорость течения воды в реке до 0,2 м/с, глубина водоема в месте установки сетки от 0,5 до 3 м (рис. 2).

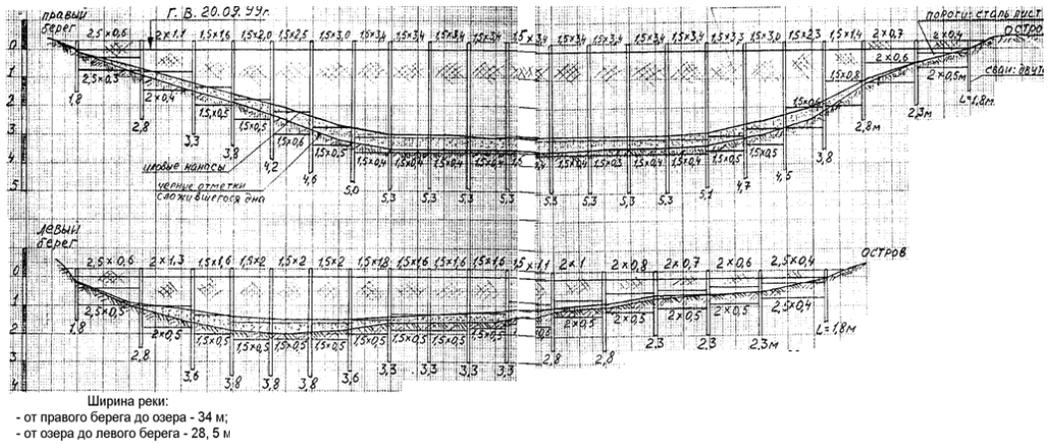


Рис. 2. Исполнительная схема установки перегородивающей сетки

Расчет подпора, образованного перегородивающей сеткой. Задание на выполнение работ поступило в НИИ ВОДГЕО в 2000 г. В основу расчета были положены известные зависимости, приведенные в литературе [1; 2].

Потери напора (понижение уровня) после сеток с квадратными ячейками определяются по формуле Вейсбаха:

$$h = \xi \frac{v^2}{2g},$$

где v — средняя скорость в ячейках сетки —

$$v = \frac{v_1}{m},$$

где v_1 — средняя скорость на подходе к сетке;
 m — коэффициент скважности сетки (коэффициент живого сечения) —

$$m = \frac{a^2}{t^2},$$

где a — размер ячейки сетки (рис. 3); t — шаг ячейки;

$$\xi = \frac{21,8}{Re} + \left(\frac{1,1 - m}{1,2 - 1,56m + 0,46m^2} - m \right)^2 \quad \text{— коэффициент}$$

местного сопротивления (согласно Н.С. Краснову),

где $Re = \frac{vl}{\nu}$; $l = \frac{a(\lg \cos(\pi/2) \cdot m)}{m^{3/2}}$; $\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ — коэффициент кинематической вязкости (при $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$).

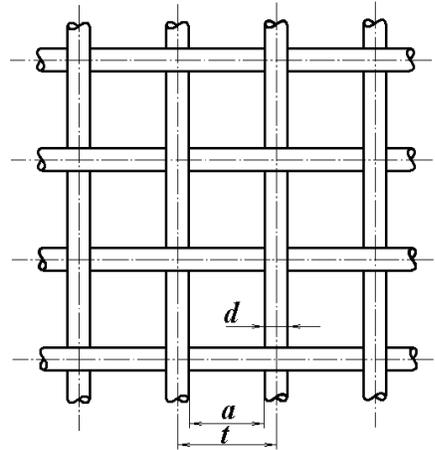


Рис. 3. Схема ячеек сетки

Расчеты выполнены при постоянных значениях $t = 0,058 \text{ м}$ и $d_{\text{стержня}} = 0,008 \text{ м}$ и переменных v и a : скорость изменяется от 0 до 0,5 м/с (при средней — см. выше — до 0,2), засоренность сетки от 0 до 75% (рис. 4).

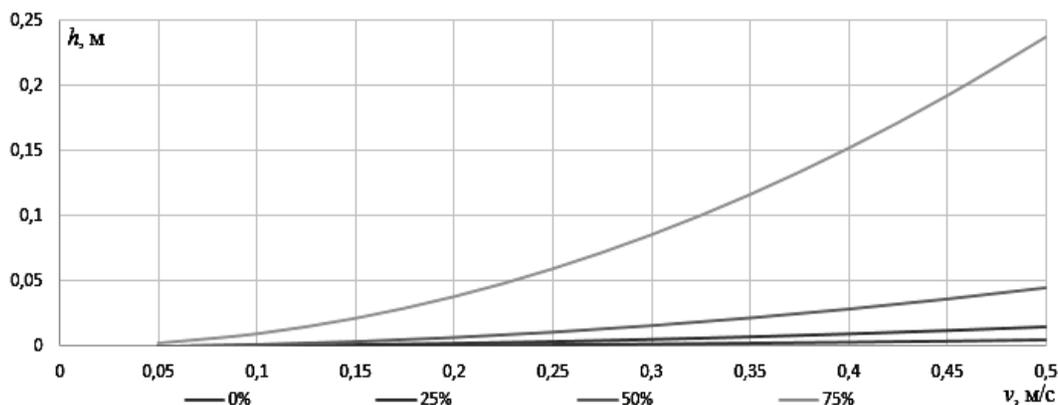


Рис. 4. Потери напора после сетки при различной степени засоренности

Возрастающий в зависимости от скорости (параболически) и засоренности сеток (экспоненциально) напор для случая г. Троицка представим аналитически:

$$h = e^{5(k-1)} \frac{v^2}{2g},$$

где k — коэффициент засоренности от 0 до 1.

Рассчитанный образуемый сеткой подпор (в крайнем случае величиной до 10 см) в действительности (в гидравлических условиях рассматриваемого участка реки) возникнуть не может: полный напор складывается также из гидродинамической составляющей $v^2/2g$ с градиентом по оси главного русла (см. рис. 1), т.е. не нормально к сетке. Тем не менее сам факт влияния сетки на водообмен следует не просто установить, а оценить, что и было сделано.

Рыбозаградительная сетка в русле — идея, далекая от инновационной, тем не менее ее установка — единственный действенный метод улучшения условий отдыха, и не только рыболовного: например, в Троицке в зоне отдыха рядом с рыболовно-спортивной базой располагается лодочная станция (у левого берега напротив фабрики). В настоящее время на рассматриваемом участке реки берега расчищены, благоустроены и пригодны для отдыха. Сетка для разведения и последующего спортивного отлова рыбы доказала свою эффективность — уже более десяти лет успешно выполняет свои функции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Альтшуль А.Д.* Гидравлические сопротивления. — М.: Недра, 1970. [*Al'tshull A.D.* Hidravlicheskie soprotivleniya. — М.: Nedra, 1970.]
- [2] Справочник по гидравлическим расчетам / Под ред. П.Г. Киселева. — М.: Энергия, 1972. [*Spravochnik po hidravlicheskim raschetam / Pod red. P.G. Kiseleva.* — М.: Energiya, 1972.]

FISH PROTECTION GRILLE IN RIVER CHANNEL DESNA: HYDRAULIC CALCULATION

A. Erhov, L. Alexeev, L. Ryzhankova

The article provides hydraulic calculation fish protection grille. For example, fish protection grille, installed on river Desna, proven the absence of influence of the fish protection grille on the exchange of water even with a strong its contamination.

Key words: Fish net, the pressure loss, improvement of conditions of recreation.