

НОВОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПЕРЕЛИВНОЙ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ

Анисимов К.И., Осадчий В.С., Коломиец С.П. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Рассматриваются вопросы применения водосливных грунтовых земляных плотин, метод расчёта новой конструкции водослива.

Земляные и каменно-земляные плотины, как правило, возводят глухими, не допускающими перелива воды через гребень. Водосбросы при этом возводят открытого типа за пределами плотины, либо трубчатой конструкции, располагая их непосредственно в теле грунтового сооружения. В некоторых случаях при небольших напорах оказывается экономичным возведение грунтовых плотин с пропуском паводковых вод через гребень плотины. При этом, если водосливную поверхность покрыть "неразмываемой одеждой", такой водослив может благополучно работать. Максимальное использование местных материалов позволяет значительно удешевить строительство, уменьшить количество привозных, зачастую дефицитных, материалов, упростить и ускорить процесс возведения гидротехнических сооружений.

Разработанные типы водосливных плотин конструкции Н.Н. Беляшевского и П.И. Гордиенко позволяют решить эти вопросы.

Плотины Н.Н. Беляшевского представляют собой каменно-земляную конструкцию с грунтовым экраном. Для предохранения тела плотины от разрушения льдом и водой гребень выполняется в виде массивного оголовка из монолитного бетона, а сливная наклонная часть плотины облицовывается бетонными плитами толщиной 0,4 – 0,6 м (рис.1). Оголовок, очерченный по безвакуумному профилю, с верховой стороны имеет зуб – вертикальную стенку, которая придает устойчивость оголовку против сползания и опрокидывания при давлении на него льда, а также является конструктивным элементом для соединения земляного экрана с оголовком.

Принятая конструкция облицовки предусматривает свободную ее деформацию при возможных осадках наброски и основания без нарушения общей целостности покрытия.

Предложенный тип плотин предназначался для низконапорных сооружений высотой до 10 м, возводимых как на скальных, так и на нескальных основаниях.

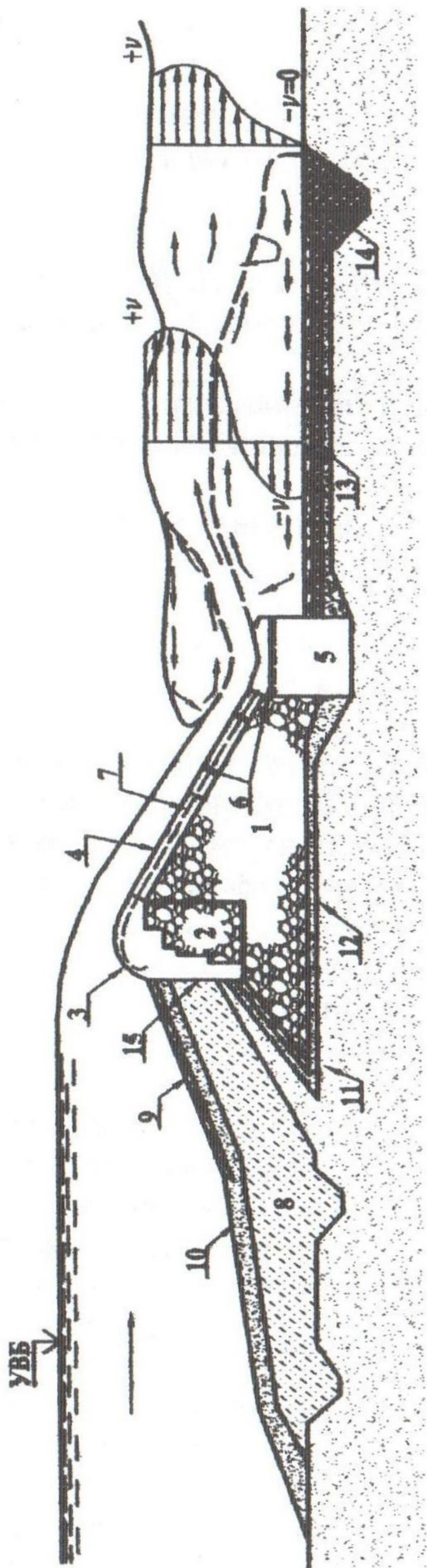


Рис.1. Поперечный профиль плотины (сопряжение бьефов затопленным прыжком):
 1 – каменная наброска; 2 – сухая кладка; 3 – оголовок; 4 – плиты; 5 – упорный блок, верхняя поверхность которого служит водосливным носком; 6 – дренажные отверстия; 7 – редкая конструктивная арматура; 8 – глиняный экран и понур; 9 – отмостка из камней на слое щебня, прикрывающая защитный песчаный слой; 10 – защитный слой из карьерных отходов или гравелистых грунтов; 11 – обратный фильтр (песок, мелкий гравий, щебень); 12 – упрощенный обратный фильтр из щебня или гравелистых грунтов; 13 – рисберма из каменной наброски с лаштовкой каменной верхней слоя щебня; 14 – банкет из мелкого камня и щебня; 15 – битумный мат.

В варианте конструкции П.И. Гордиенко (рис.2) крепление переливной грунтовой плотины обеспечивается плитами клиновидного профиля, которые укладываются в шахматном порядке снизу вверх на спланированный откос, с напуском верхнего ряда на нижний (рис.2б). Иногда, для упрощения процесса, укладку плит производят без напуска (рис.2в). Также, в качестве покрытия, используют плоские дорожные плиты (рис.2г). Откос может крепиться каменной наброской, удерживаемой на нем системой расположенных ступенями вертикальных решеток, выполненных из горизонтальных железобетонных или деревянных балок с просветами, равными размеру камня наброски. Эти балки формируют решетки, сопрягаясь с заанкеренными в каменной наброске вертикальными стойками (рис.2д).

Большая скорость потока, особенно в нижней части быстротоков, диктует необходимость в мощном креплении водосливной грани.

Уменьшение энергии потока можно достигать двумя способами:

- 1) уменьшать скорость движения воды по водосливной грани, что достигается путём устройствами искусственной шероховатости (плотины конструкции Гордиенко).
- 2) уменьшение удельных расходов воды на быстротоке по мере продвижения потока, что предлагается в новой конструкции плотины.

Принципиальная схема переливной грунтовой плотины показана на рис.3. Предлагаемая конструкция представляет собой кольцевой водослив, в котором вода, переливаясь через него, движется по радиальным направлениям. При этом величина удельного расхода постоянно уменьшается по мере удаления от кромки водослива.

Для описания движения радиального потока с коническим, выпуклым дном не существует аналитического решения. В этом случае, очевидно, возможно применение метода Чарномского, Идея этого метода заключается в решении дифференциального уравнения неравномерного плавно изменяющегося движения жидкости в открытом непризматическом русле методом конечных разностей:

$$d\mathcal{E} = (i_0 - i_{m\text{px}}) \cdot dl \quad \text{или} \quad \frac{d\mathcal{E}_x}{dl} = i_0 - i_{m\text{px}}$$

где: $d\mathcal{E}$ – изменение энергии на участке русла длиной dl (рис.4);

i_0 – уклон русла;

$i_{m\text{px}}$ – средний уклон трения на участке dl , ограниченном сечениями x и $x + 1$.

Расстояние между сечениями x и $x + 1$ равно:

$$dl = \frac{d\mathcal{E}_x}{i_0 - i_{m\text{px}}}$$

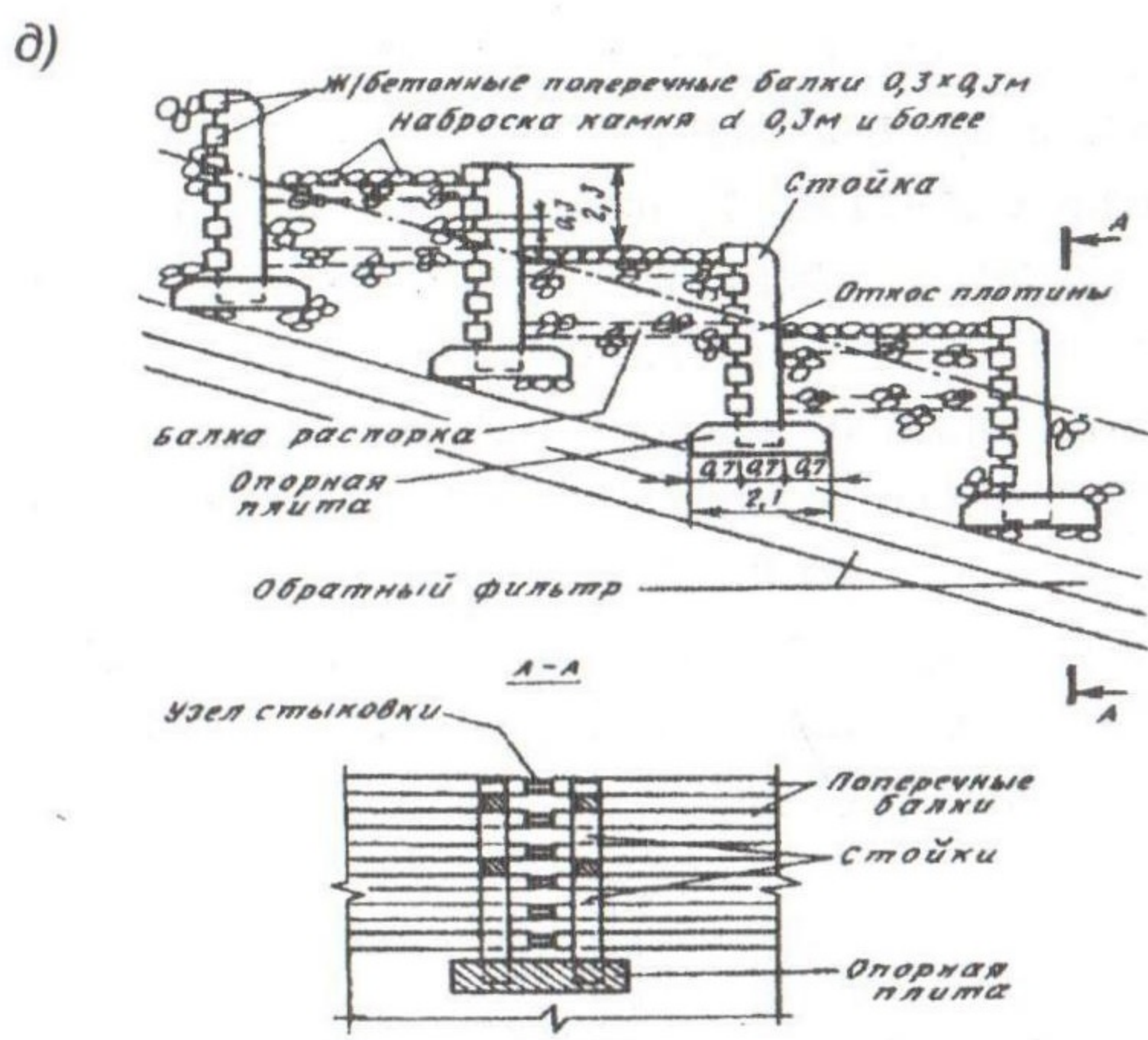
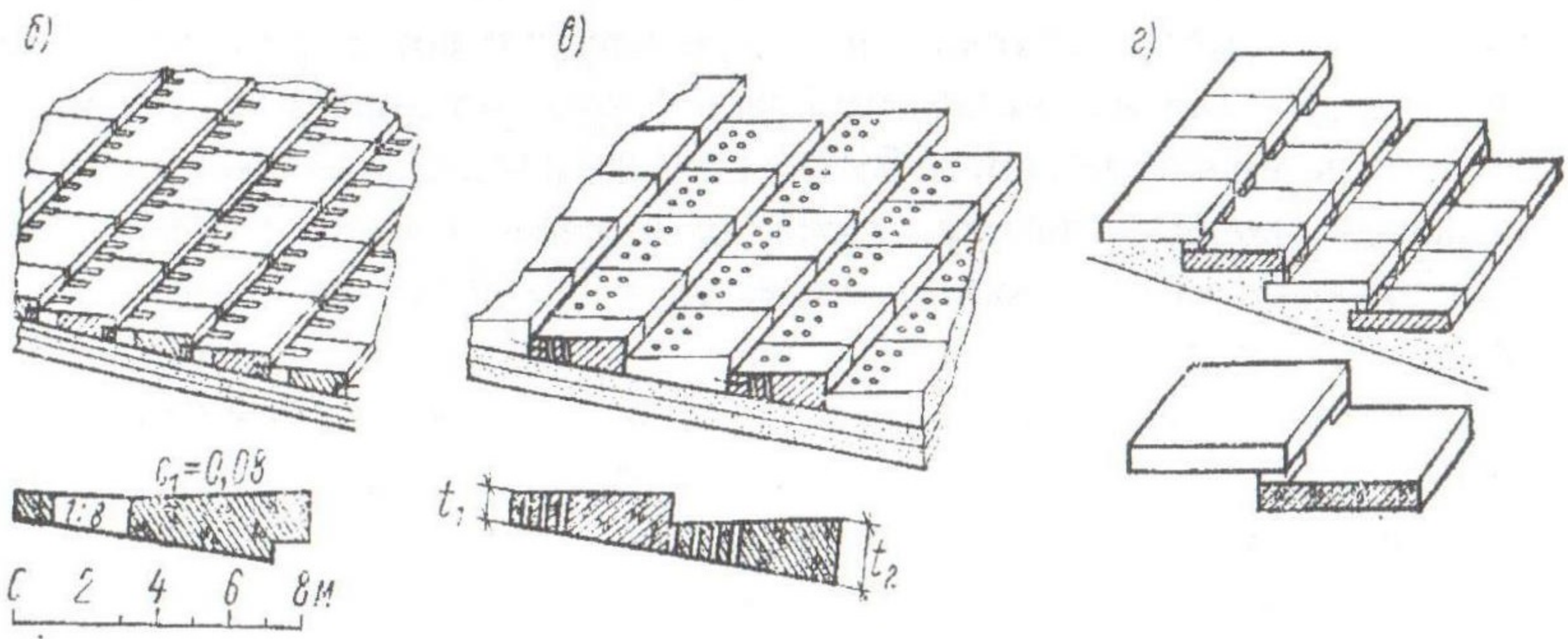
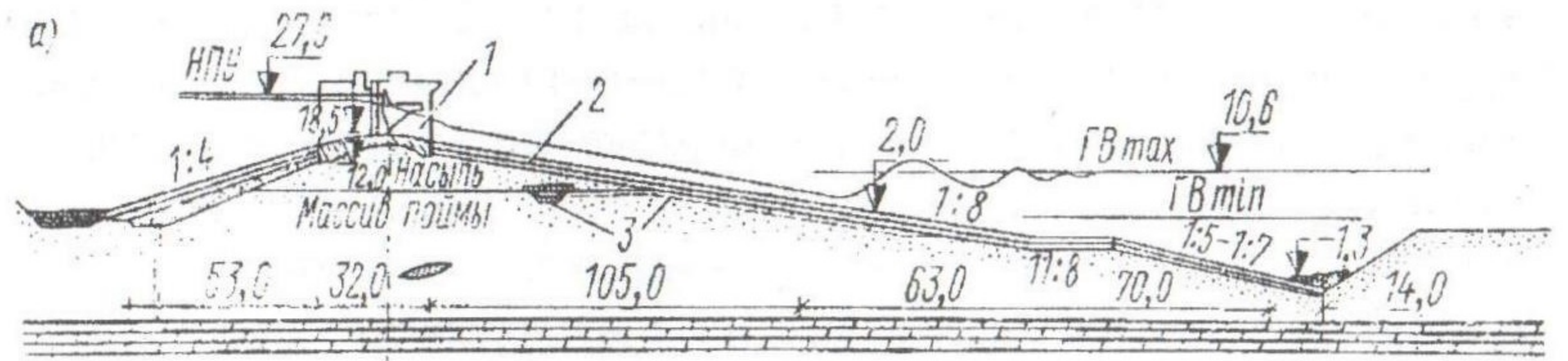


Рис.2. Водосливная грунтовая плотина конструкции типа Гордиенко: а) продольное сечение; б) плиты клиновидные с консолью без связи; в) то же, без консоли с гибкими связями; г) плоские плиты прямоугольного сечения; д) конструкция крепления низового откоса переливной грунтовой плотины (стоечно-решетчатая).

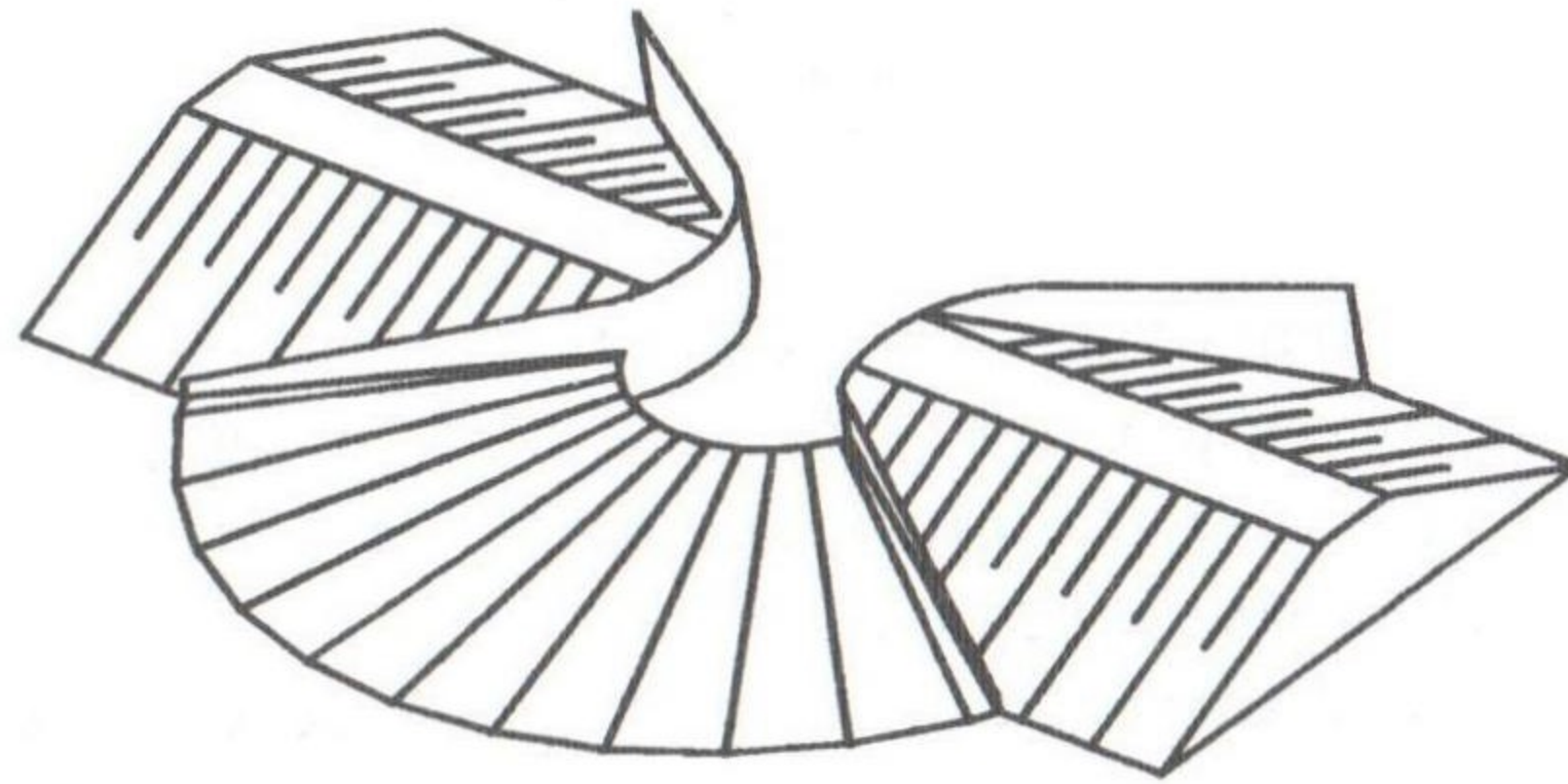


Рис.3 Модель предлагаемого водослива

Заменяя величины $d\ell$ и $d\mathcal{E}$ на конечные $\delta\ell$ и $\delta\mathcal{E}$ с учетом

$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

получим:

$$\delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_{x+1} - \mathcal{E}_x = \left(h_{x+1} + \frac{\alpha \cdot v_{x+1}^2}{2 \cdot g} \right) - \left(h_x + \frac{\alpha \cdot v_x^2}{2 \cdot g} \right)$$

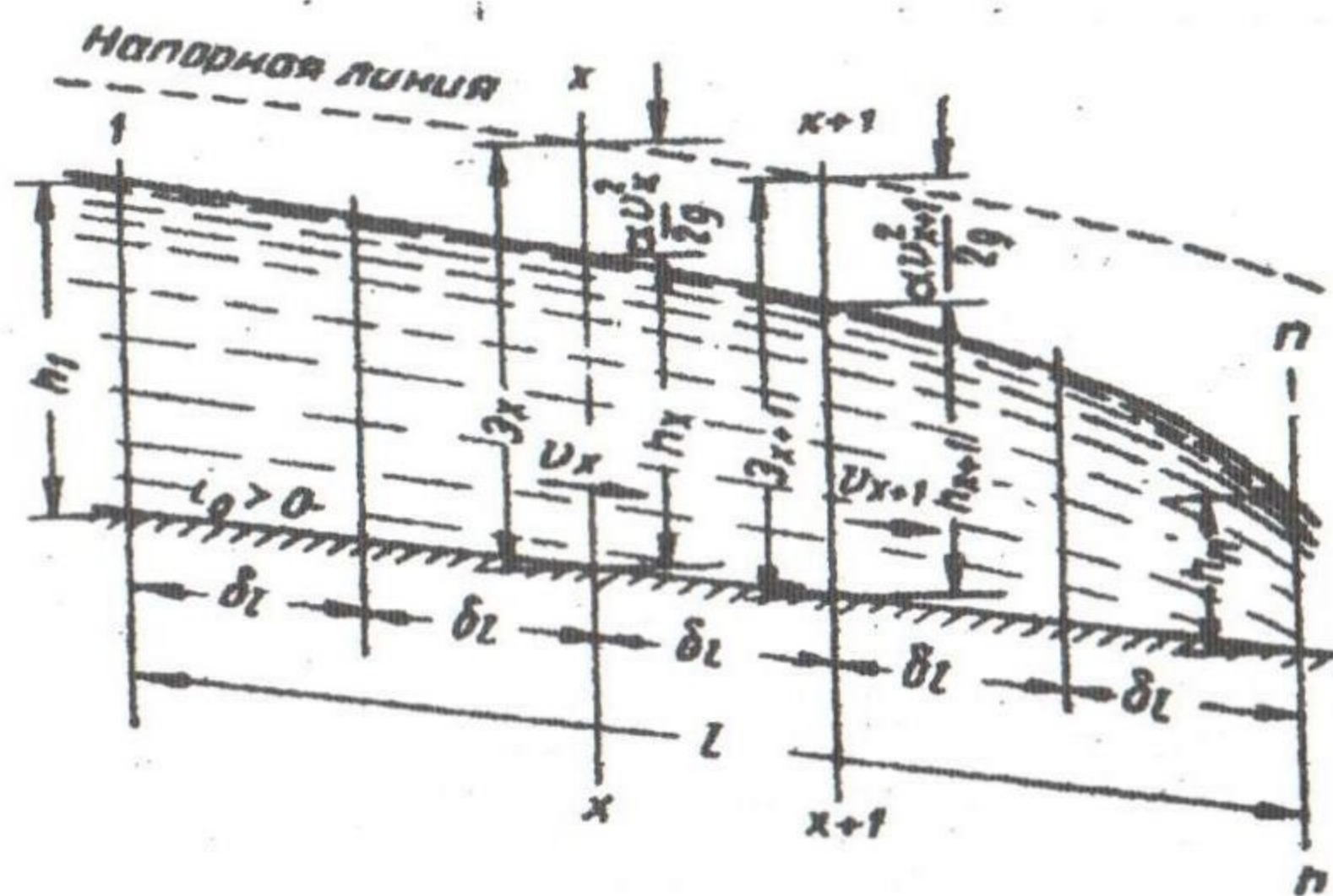


Рис.4

Уклон трения при неравномерном движении на коротком участке определяют по зависимости Шези, предполагая движение равномерным в пределах этого участка. При этом значения v , C , R принимают средними для участка $\delta\ell$:

$$i_{\text{тр}x} = \frac{\bar{v}^2}{C^2 \cdot R}$$

Расстояние между сечениями 1 – 1 и n – n:

$$l = \sum_{x=1}^{x=h} \frac{\delta \mathcal{E}_x}{i_0 - i_{mpx}}$$

Для проверки правильности выбранного метода расчета, а также с целью доказательства равномерного распределения удельного расхода по быстротоку в лаборатории кафедры ГС и ГМ сооружена модель плотины с радиальным быстротоком.

Первые опыты с моделью показали хорошую сходимость экспериментальных и теоретических кривых спада, а также достаточную устойчивость равномерности удельного расхода по ширине водослива в большинстве сечений.

Результаты эксперимента представлены на рис.5 и 6.

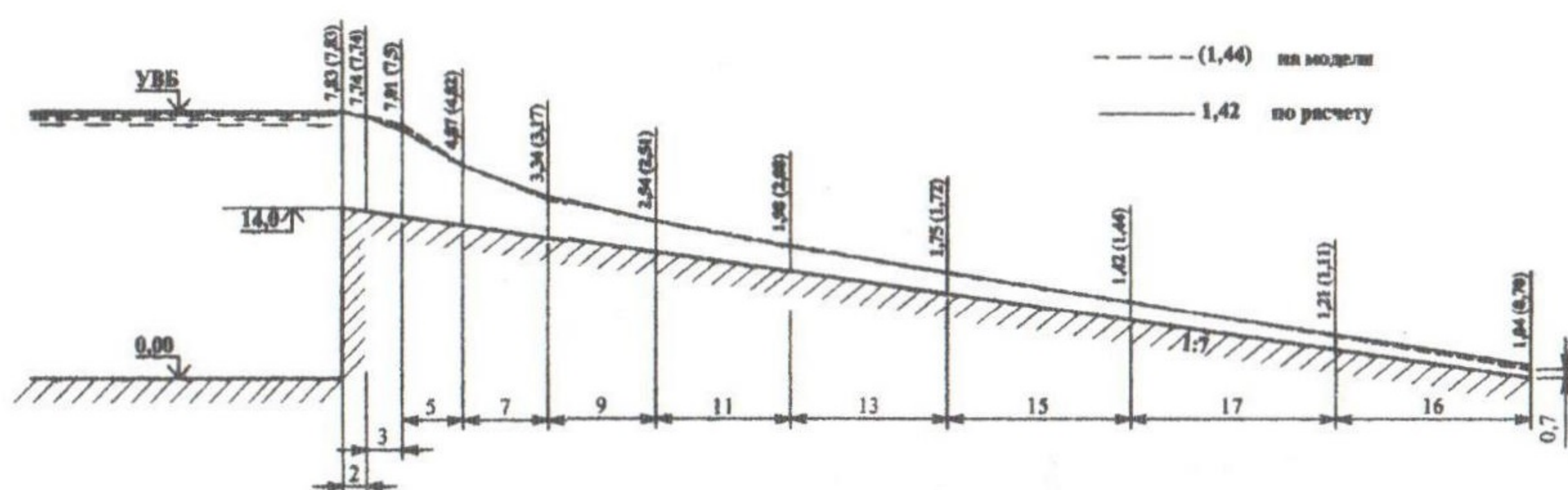


Рис.5. Кривая спада при Н = 8 см

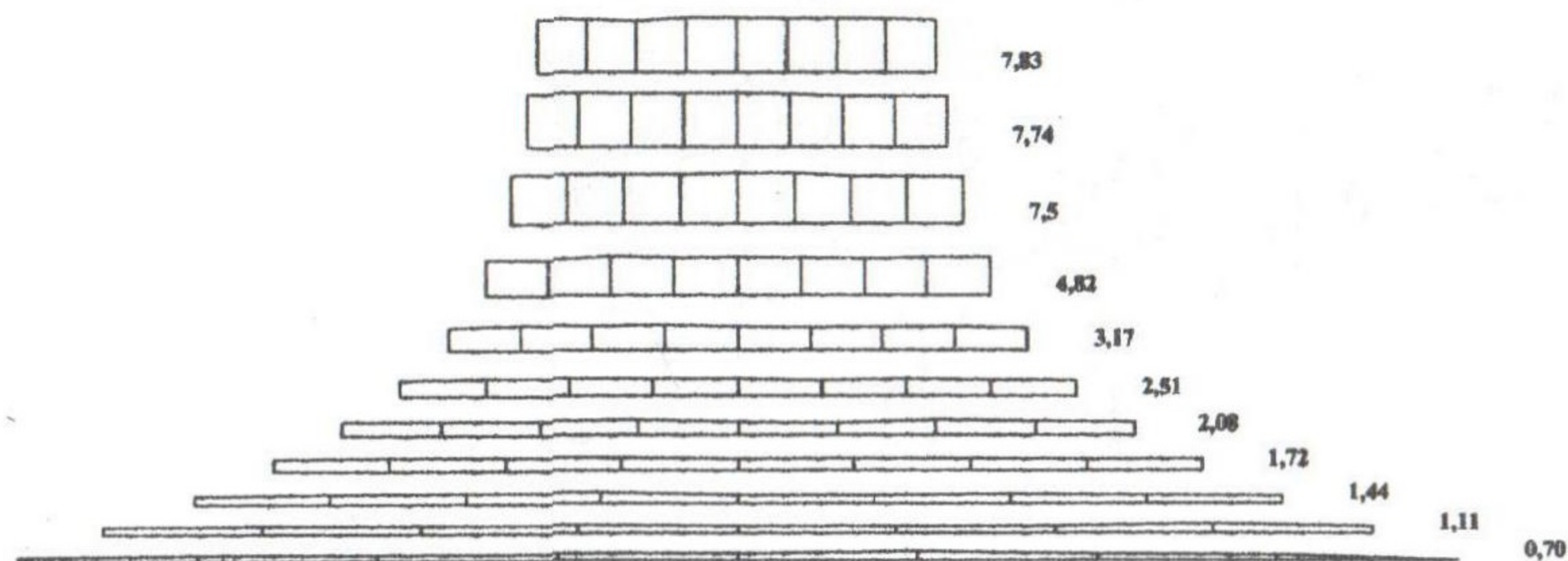


Рис.6. Распределение глубин по переменной ширине водослива при Н = 8 см

Литература

1. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. М.: Высшая школа, 1979. – 336 с.
2. Бломолов А.В., Михайлов К.И. Гидравлика. М.: Стройиздат, 1972 – 477 с.