

5. Типовые проектные решения 820-04-12.84. Водосбросы открытого типа на расход воды от 50 до 700 м³/с с напором 4-12м для прудов и малых водохранилищ. – Мн.: Белгипроводхоз, 1991.

УДК 626.816

ОТКРЫТЫЙ ПЕРЕПАД НА КАНАЛЕ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С РЕШЕТЧАТЫМ ГАСИТЕЛЕМ ИЗБЫТОЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПОТОКА

Кунцевич Н.М., Шрестха Нирадж

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В практике водохозяйственного строительства Республики Беларусь и Королевства Непал широко применяются открытые каналы различного назначения (гидромелиоративное и дорожное строительство, водоснабжение промышленных предприятий, ТЭЦ, рыбоводных хозяйств и др.) Такие каналы на местности со спокойным рельефом строятся чаще всего с постоянной глубиной и продольным уклоном дна, равным уклону местности, обеспечивающим не размывающие подстилающий грунт скорости потока. На местности с большими уклонами при таком же уклоне дна канала потребуются крепление дна и откосов канала по всей длине. В таких случаях, исходя из экономических соображений, как правило, уменьшают уклон дна канала путем устройства перепадных сооружений для сопряжения разных уровней воды в канале.

При падении потока появляется избыточная кинетическая энергия, которую необходимо погасить. Обеспечение благоприятных режимов в отводящем канале, не допускающих опасных местных размывов, достигается различными устройствами за перепадом, которые должны максимально погасить избыточную кинетическую энергию потока без образования сбойных течений, из-за которых возникает разрушение креплений или чрезмерные размывы отводящего канала.

Для оценки эффективности гашения избыточной энергии потока часто используется критерий неравномерности распределения придонных скоростей, который показывает отношение максимальной осредненной придонной скорости к средней скорости в отводящем канале при равномерном движении в нем.

Данные исследований показывают, что за гасителем донные актуальные скорости мало отличаются от их продольных составляющих, так как вблизи дна свобода пульсаций в вертикальном отношении ограничена. Поэтому принимается, что равнодействующая всех составляющих актуальной скорости мало отличается от ее продольной составляющей и многие исследователи пришли к выводу, что достаточно измерения продольной составляющей скорости. Считается, что если хорошо решена проблема борьбы со сбойностью потока и получена достаточно равномерная эпюра распределения скоростей по ширине, то есть отношение максимальной скорости к средней по сечению близко к единице, и имеется не слишком короткое крепление, то в таких условиях нет необходимости даже давать прогноз по размыву.

Относительное постоянство актуальной скорости по глубине придонного слоя позволяет измерять скорость в лабораторных условиях на расстоянии 3...5 мм от дна и рассматривать ее как близкую к скорости, непосредственно воздействующей на частички грунта или элемент крепления.

На основании вышеизложенных рекомендаций в работе было выбрано измерение продольной составляющей скорости только в придонной области микровертушкой конструкции ЦНИИКиВР г. Минск.

Среднюю скорость потока при проведении эксперимента в каналах с продольным уклоном определять затруднительно из-за выбора сечения, где производятся измерения. Поэтому в работе принято решение определять среднюю скорость течения по формуле Шези для равномерного движения в открытых руслах, чтобы к анализу структуры скоростей потока в канале подходить с одинаковой степенью погрешности, так как входящие в формулу параметры: расход, размеры канала и продольный уклон устанавливаются с высокой степенью точности. Значение коэффициента шероховатости канала на модели принималось для деревянных, хорошо остроганных и пригнанных крашенных досок. Уклон дна канала лабораторной установки – 0,002, заложение откосов канала – 1:1,5, ширина канала по дну – 16 см.

Одним из гасителей, раздробляющим монолитную струю на ряд струек, что вызывает более интенсивное рассеивание избыточной кинетической энергии, являются решетчатые устройства, позволяющие сократить длину крепления, доступны для осмотра, не требуют при устройстве глубоких котлованов. Они устраиваются из продольных и поперечных балок.

Продольные балки могут укладываться горизонтально, с прямым и обратным уклонами, а поперечные – сверху и снизу продольных. Поэтому потребовалось установить оптимальный угол наклона продольных балок, положение поперечных и частоту расположения, как продольных балок, так и поперечных балок.

Расположение продольных балок с обратным уклоном приводит к тому, что поток задерживается балками и стекает в отверстия между ними. При этом поток падает вниз с большими скоростями и движется по каналу с малыми глубинами. Кроме того, такое расположение балок будет задерживать крупный мусор на решетке и увеличивать нагрузки на нее. В связи с этим было принято решение не рассматривать такую конструкцию.

Аналогичная картина получается при горизонтальном расположении балок, если длина их больше, чем длина стекания струек в промежутки между балками. При малой длине балок поток вместе с мусором сливается с них. Оптимальную длину балок установить не удалось.

Несколько другая картина наблюдается при протекании потока по решетке с прямым уклоном балок, по которым поток движется как по быстротоку, скорости его увеличиваются, однако он растекается, часть стекает в отверстия между балками и устремляется вниз с большими скоростями. При этом существенное значение имеет длина решетки. При малой длине решетки поток не успевает растекаться и проходить в отверстия между балками, а стекает в конце решетки, как с консольного сброса, и в низовом канале поток движется со значительными скоростями и малыми глубинами. Такая короткая решетка оказывается не эффективной с точки зрения гашения энергии потока. Длина решетки должна быть такой, чтобы поток успевал проходить в отверстия решетки, но существенное значение имеет место расположения поперечных балок и их количество.

Исследовалось также влияние на степень гашения положения решетчатого расщепителя по высоте стенки падения: в одном уровне с дном подводящего канала и ниже дна. Однако при расположении решетки ниже дна канала наблюдалось фонтанирование струи – разлет струек на откосы и значительное гидродинамическое воздействие, как на решетку, так и на подпорную стенку, где крепятся балки. Поэтому было решено располагать решетку только в одном уровне с дном подводящего канала.

Было установлено, что на эффективность работы расщепителя влияют поперечные балки, скрепляющие продольные, по которым стекает поток. Поперечные балки расположенные сверху вызывают фонтанирование потока с вышеприведенными последствиями, а нижерасположенные изменяют направление струй стекающих в промежутки между продольными. Однако расположение поперечных балок не всегда влияет на направление струй, которые только на определенной длине продольных балок начинают стекать в отверстия. При расположении поперечных балок снизу продольных происходит смыв мусора с решетки, а поток стекает в отверстия между балками, встречается с преградой (поперечной балкой), которая изменяет направле-

ние движения струи, и уже под большим углом происходит соударение с дном канала. При этом теряется часть энергии и в низовом канале имеет место некоторое, хотя и незначительное, увеличение глубины и уменьшение скорости. В опытах замечено, что основную роль в изменении направления движения струй играет только поперечная балка, расположенная в конце сбегания потока по высоте продольных балок. Удаление поперечной балки от этого места приводит к простому сбеганию струй вниз. Исходя из этого рекомендуется ограничиться только концевой балкой, если другие не требуются по конструктивным соображениям (рис. 1, а).

При определении оптимальной длины продольных балок, расстояния между ними, угла наклона и местоположения поперечной балки рассматривались различные комбинации балок: крайние, средние или через одну принимались разной длины. Однако, как показали исследования, эффекта по улучшению структуры потока не наблюдалось, так как при более коротких балках струи сопрягаются с дном под меньшим углом и поток больше отгоняется. Применение коротких и длинных балок требует устройства дополнительных поперечных балок, что усложняет конструкцию. Поэтому рекомендуется устраивать продольные балки одинаковой длины.

При определении оптимального наклона решетки с одинаковой длиной продольных балок угол изменялся в пределах $0 \dots 45^\circ$. Как показали исследования, работа решетки более эффективна, если она укладывается под углом $10 \dots 20^\circ$ к горизонту.

Длина продольных балок решетки устанавливалась по растеканию потока по решетке и натеканию струй на поперечную балку. Исходя из этих условий, рекомендуется принимать длину продольных балок $(3,7 \dots 4,0)h_k$ (h_k - критическая глубина потока в канале).

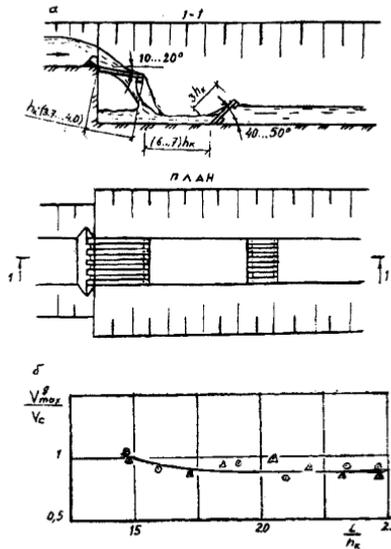


Рис. 1. Схема установки решетчатого гасителя (а) и изменение соотношения максимальной придонной скорости V_{\max}^D и средней скорости V_c на расстоянии от стенки падения L (б)

Ширину отверстий между балками рекомендуется принимать равной ширине балки (не более 20 см в натуре), а если балки не укладываются симметрично по ширине, то одинаковый просвет делается у нижних бровок подводящего канала. Высота продольных балок принимается в натуре в пределах 20 см.

Размеры продольных и поперечных балок аналогичны. Ширину решетки рекомендуется принимать равной ширине подводящего канала по дну.

В процессе исследований было установлено, что решетчатый расщепитель струи на сходе перепада эффективнее способствует гашению энергии потока в низовом канале в сочетании с устройствами, расположенными в низовом канале.

При исследовании конструкции гасительного устройства в отводящем канале рассматривались сплошные и прорезные стенки в сочетании с шашечными гасителями, решетчатые стенки и др. Лучший эффект по гашению энергии потока показала решетка, установленная перпендикулярно бровкам канала под углом к его дну 40...50°. В этом случае за гасителем устанавлива-

ется спокойный режим потока. Уменьшение природных скоростей в канале за решеткой достигается установкой поперечной балки на дно канала за или перед продольными балками, которая придает дополнительную жесткость наклонным балкам. Рекомендуемая длина наклонных балок $3h_k$.

В этом случае за гасителем устанавливается спокойное течение, донные скорости выравниваются по поперечному сечению сразу за решеткой, а глубины максимальны по сравнению с другими гасительными устройствами (рис. 1,б).

Анализ изменения максимальных природных скоростей со средними в поперечном сечении канала показывает, что при меньшей длине канала, занимаемой гасительным устройством, на меньшей длине происходит выравнивание придонной скорости со средней.

Несмотря на достоинства, такую конструкцию гасителя можно рекомендовать для условий, когда по каналу отсутствует движение плавающих предметов и льда.

УДК 697.34

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Могилат Г.А., Калининченко Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В тепловых сетях потребителей при различных способах их прокладки с теплоносителем перегретая вода, конденсат и пар на практике часто встречается отсутствие тепловой изоляции на трубопроводах (полное или частичное) на значительной длине трубопровода, утечки теплоносителя через неплотности (при сверхнормативных утечках), а также утечки теплоносителя через полное сечение трубопроводов. В таких случаях необходимо правильно рассчитать потери тепловой энергии в тепловых сетях потребителей.

В статье приводится методика расчета вышеперечисленных потерь тепловой энергии в тепловых сетях потребителей. Она разработана на основании соответствующих строительных норм правил (СНиП), строительных норм (СНБ) и государственных стандартов (ГОСТов) Республики Беларусь и специальной технической литературы [1-7].

Потери тепловой энергии в тепловых сетях потребителей при различных видах прокладки тепловой сети (канальная, бесканальная, прокладка в