Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Северо-Кавказский государственный технический университет

Кафедра теплоснабжения и экспертизы недвижимости

РЕФЕРАТ

по дисциплине: Гидрология

на тему: **Движение жидкости в открытых русла**х

Выполнил: Алферов Т.И.,

студент гр. ТГВ-071

Проверил: Борисенко О.А.,

к.т.н., доцент

Ставрополь, 2009

**Содержание**

Введение

1. Классификация безнапорных потоков

2. Условия равномерного движения в открытом русле

3. Основное уравнение безнапорного равномерного движения

4. Гидравлически наивыгоднейшее сечение канала

5. Расчетные скорости воды в канале

Список использованной литературы

**Введение**

Движение жидкости в канале называется безнапорным движением. Особенностью его является наличие свободной поверхности с одинаковым давлением по всей ее длине.

С точки зрения гидравлики безнапорные потоки можно разделить на установившиеся потоки с равномерным движением жидкости и неустановившиеся потоки, часто называемые быстротоками.

Характер и скорости движения жидкости, уклон и форма свободной поверхности, глубина потока зависят от формы сечения русла, его размеров и уклона дна. Уклоны дна таких потоков обычно невелики, поэтому живые сечения в открытых руслах условно принимаются вертикальными и глубина потока измеряется по вертикали.

**1. Классификация безнапорных потоков**

Русла подразделяют по параметрам, определяющим изменение площади живого сечения по длине потока, на непризматические и призматические (и цилиндрические**).** У ***непризматических русел*** форма и (или) геометрические размеры поперечного профиля меняются по длине русла. Поэтому площадь живого сечения потока является функцией длины русла и функцией глубины потока вдоль русла. В таком русле движение неравномерное. В ***призматических руслах*** форма и размеры элементов поперечного профиля по длине сохраняются неизменными. Площадь живого сечения потока может изменяться только в связи с изменением глубины потока.



По форме профиля поперечного сечения русла могут быть правильной и неправильной формы. Призматические русла имеют ***правильную*** форму. Они могут быть прямоугольные, треугольные, трапецеидальные (рис. 7.1, а, б, в). Если поперечный профиль русла правильной формы очерчен кривой линией, окружностью (рис. 7.1, д) или параболой (рис. 7.1, г), определяемой по всей длине русла одним уравнением, то такое русло называется ***цилиндрическим*** (рис. 7.1, г, д). Правильную форму чаще всего имеют искусственные русла. К руслам неправильной формы относятся полигональные (составные) русла (рис. 7.1, ж) и русла естественных потоков (рис. 7.1, е).

Открытые русла в зависимости от продольного уклона дна делятся на русла с ***положительным* (*прямым*)** геометрическим уклоном ***i*** >0, когда дно русла понижается в направлении движения потока; ***горизонтальные*** русла при ***i*** = 0 и русла **с *отрицательным*** **(*обратным*)** уклоном дна ***i*** <0, когда дно русла повышается в направлении движения жидкости.

Подавляющее число наземных потоков являются открытыми, т.е. сообщаются с атмосферой, однако, в тех случаях, когда необходимо предотвратить потери транспортируемой жидкости от испарения (в странах с жарким климатом), водоводы перекрывают. В ряде случаев водоводы монтируются над поверхностью земли на специальных опорах и мостовых переходах, создавая тем самым акведуки.

Установившийся поток в открытом русле может быть или равномерным, или неравномерным.

Равномерный поток по всей длине имеет одинаковую среднюю скорость. Поэтому по всей длине потока остается одинаковой и площадь живого сечения.

В неравномерном потоке вдоль потока изменяется средняя скорость, поэтому, хотя расход и остается постоянным, по длине потока изменяются площади живых сечений.

**2. Условия равномерного движения в открытом русле**

Равномерное движение жидкости характеризуется прямыми параллельными линиями токов (траекториями), а также постоянством местной осредненной во времени скорости вдоль каждой линии тока. Следовательно, для существования равномерного движения необходимо выполнение ряда условий.

На свободной поверхности безнапорных потоков устанавливается постоянное, как правило, атмосферное давление. Поэтому пьезометрический уклон ***Iр*** для таких потоков соответствует уклону свободной поверхности ***I*c**, т. е. ***Iр*** = ***I*c**. Ранее было установлено, что для равномерных потоков пьезометрический уклон равняется гидравлическому, т. е. ***Iр*** *=* ***I****.* Значит, равномерное безнапорное движение возможно при соблюдении равенства

***Iр*** *=* ***I*** = ***I*c**.

Для этого (рис. 7.2) необходимо, чтобы величина скоростного напора по длине потока также оставалась бы постоянной. Этим диктуется соблюдение следующих условий:

* русло – призматическое;
* расход воды постоянен (***Q*** = const);
* глубина *h*, а следовательно, форма и площадь живого сечения *ω* и *χ***,** *R* постоянны;
* линия дна не имеет перелома, т. е. ***i*** = sin α= const, при этом ***i*** >0;
* шероховатость дна и стенок русла постоянна по длине (***п*** *=* const);
* местные сопротивления в русле отсутствуют.

Полностью удовлетворить всем условиям возможно только в искусственных руслах.

**3. Основное уравнение безнапорного равномерного движения**

Уравнение Бернулли для двух проведенных вертикально сечений (***1-1*** и ***2-2***) открытого потока при равномерном движении (рис. 7.2) будет выглядеть следующим образом:



(значения параметров записаны для центров живых сечений потока)

*α1 = α2 = α;*

*h1 = h2 = h;*



где – геометрический уклон.



Для определения средней скорости безнапорного равномерного потока получена формула Шези, в которой в качестве расчетного берется геометрический уклон:



где – коэффициент Шези, рассчитываемый по формулам Маннинга



– Н. Н. Павловского и многим другим (Гангилье-Куттера, И. И. Агроскина и пр.).



В этих формулах:

*n*– коэффициент шероховатости, определяемый по справочным данным

*y*– переменный показатель степени:



Расход в сечении русла определяется по формуле



(\*)



где *K* – *модуль расхода*или расходная характеристика



**4. Гидравлически наивыгоднейшее сечение канала**

Из формулы (\*) следует, что при равных условиях *α**= const*, *i* *= const* расход в сечении будет возрастать при увеличении гидравлического радиуса, т. е. канал будет пропускать тем больший расход, чем будет меньше смоченный периметр *χ*. Кроме того, при *χmin*снижаются и возможные потери на фильтрацию через борта и дно канала.

***Гидравлически наивыгоднейшим сечением*** канала является сечение, способное при заданной площади обеспечить максимальную пропускную способность.

Как известно из геометрии, наименьшим периметром (из всех возможных) обладает круг, и гидравлически наивыгоднейшим сечением для открытых каналов было бы сечение, имеющее форму полукруга. Далее при данной площади меньшими периметрами обладают правильные многоугольники, причем длина их периметра будет тем меньше, чем больше число сторон.

Следовательно, далее по выгодности идут различные сечения в форме половин правильных многоугольников, например половина шестиугольника, т. е. равнобочная трапеция с углом наклона боковых сторон *α**= 60°.* Из прямоугольных профилей наивыгоднейшим является сечение в виде половины квадрата. Величина гидравлического радиуса для всех этих сечений равняется половине наибольшей глубины наполнения.

Гидравлически наивыгоднейшее сечение часто не является экономически наивыгоднейшим. Например, полукруглое отверстие гидравлически выгоднее прямоугольного, но благодаря большей своей стоимости оно не используется при строительстве каналов.

На практике наиболее употребительны каналы ***трапецеидального сечения*** (рис. 7.1, в) со следующими элементами гидравлической характеристики:



где *m = ctg α* – коэффициент откоса русла.

Полукруглые или многогранные сечения применяются значительно реже, ввиду трудности их выполнения и значительной стоимости. Однако в наиболее часто встречающихся случаях земляных стенок трапецеидальные сечения редко получают форму наивыгоднейшего профиля в виде половины правильного шестиугольника с углом *α**= 60°,* так как при этом требуется крепление боковых стенок канала. Обычно этот угол выбирается в соответствии с углом естественного откоса грунта, и задача сводится к определению при заданных площади сечения и угле откоса соотношения между шириной и глубиной, при котором смоченный периметр будет наименьшим.

Из формулы площади , следует



При подстановке значения ***b*** в формулу и взятии производной, значение которой при минимальном ***α*** будет равно нулю, для соотношения ***b/h*** будет получено



Для трапецеидального гидравлически наивыгоднейшего профиля значения относительной ширины по дну приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *m* | *0* | *0,25* | *0,5* | *0,75* | *1* | *1,5* | *2* | *2,5* | *3* | *4* |
| *b/h* | *2* | *1,56* | *1,236* | *1* | *0,828* | *0,606* | *0,,472* | *0,385* | *0,325* | *0,246* |

Таким образом, каналы гидравлически наивыгоднейшего профиля представлены относительно узкими и глубокими.

В связи с этим крупные каналы не проектируют с гидравлически наивыгоднейшим профилем. Малые каналы, особенно мелиоративные, целесообразно проектировать с гидравлически наивыгоднейшим профилем (сечением) или с профилем, близким к гидравлически наивыгоднейшему.

**5. Расчетные скорости воды в канале**

При проектировании каналов допускаемые скорости течения, так же как и при проектировании напорных трубопроводов, имеют большое экономическое значение, так как выбор скорости течения определяет размеры канала.

Крайние значения скоростей (минимальные и максимальные) ограничиваются двумя причинами. При малых скоростях сечение канала получается большим, что, увеличивая объем земляных работ, удорожает строительство. Кроме того, при малых скоростях происходит заиление канала вследствие оседания взвешенных в жидкости частиц. При больших скоростях сечение получается меньше. Это уменьшает объем земляных работ, однако при этом требуется более прочное покрытие стенок канала, что требует дополнительных затрат. Правильный выбор расчетной скорости, поэтому имеет большое значение. В каждом отдельном случае этот вопрос должен решаться конкретно с учетом всех местных условий.

Расчетные скорости не должны быть больше допускаемых. В качестве допускаемых принимаются скорости, ***неразмывающие*** грунт или одежды (укрепления откосов и дна) каналов. Значения их зависит от глубины и материала, из которого сложены стенки каналов.

Для определения неразмывающей скорости может быть рекомендована формула Б. И. Студеничникова, полученная по данным лабораторных и натурных исследований в широком диапазоне крупностей частиц несвязного грунта



где ***h*** – глубина.

***d*** – средневзвешенный диаметр частиц грунта (берутся в метрах)

В то же время скорости не должны быть ниже критических значений скоростей, при которых начинается выпадение наносов и происходит заиление каналов, ведущее к их зарастанию. Эти скорости называются ***незаиляющими***.

Незаиляющие скорости в каналах могут быть ориентировочно определены по формуле Гиршкана



где ***k*** – коэффициент, изменяющийся от 0,33 до 0,55 в зависимости oт гидравлической крупности частиц (1,5–3,5 мм/c).

Гидравлическая крупность – это скорость равномерного падения частицы в неподвижной воде.

Для предотвращения зарастания канала достаточно поддержать в нем среднюю скорость течения воды не ниже 0,5 м/с. В обычных водопроводящих каналах расчетные скорости находятся в пределах 0,5 – 3 м/с в зависимости от типа грунтов или одежды канала.

В условиях зимнего режима большой опасностью на каналах может стать глубинный лед - шуга. Основная причина появления в канале шуги - переохлаждение воды. После образования ледяного покрова дальнейшее понижение температуры воздуха вызывает лишь увеличение толщины льда, но не выделение шуги. Для быстрого образования поверхностного льда необходимо скорости течения воды в каналах на этот период уменьшить до 0,5м/с. Во избежание размыва льда нормальные скорости под ним не должны превышать 1,2-1,5 м/с. При скоростях, больших 2,25 м/с, поверхностный лед в каналах не образуется.

Выбор допустимых скоростей имеет большое экономическое значение при проектировании и эксплуатации искусственных водотоков.

**Использованная литература**

1. Г. В. Железняков. Гидравлика и гидрология. М.: “Транспорт”, 1989.
2. Справочник по гидравлике. Под редакцией В.А. Большакова. Киев: «Вища школа», 1977.
3. Т.М. Башта. Машиностроительная гидравлика. Справочное пособие. М.: «Машгиз»,1963.
4. Т.М. Башта. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. М.: «Машиностроение», 1970.
5. Р.Р. Чугаев. Гидравлика. Изд.3., М.- Л.: «Энергия», 1975 г.
6. Д.В. Штеренлихт. Гидравлика. М.: «Энергоатомиздат», 1984 г.