## Движение воды в русле канала.

Открытые русла могут быть естественными или искусственными.

К естественным открытым руслам относятся реки и ручьи, к искусственным– каналы, безнапорные трубы (например, дренажные),гидротехнические тунели и т. д.

Особенность движения в открытом русле заключается в том, что поток здесь ограничен не со всех сторон, а име­ет свободную поверхность, все точки которой находятся под воздействием одинакового внешнего давления (атмос­ферного). Равномерное движение жидкости в открытых каналах или в трубопроводах с частично заполненным по­перечным сечением устанавливается, когда геомет­ри­чес­кий уклон трубопровода или дна канала имеет постоянное зна­чение по всей дли­не и форма поперечного сечения не ме­няется. Шероховатость стенок канала также должна иметь постоянное значение.

При отмеченных условиях возможно существование равномерного движения. Однако для реализации равно­мерного движения необходимо еще, чтобы попе­реч­ное сече­ние потока в канале было также постоянным по всей длине канала.

Следует отметить, что безнапорное движение воды представляет значительно более сложное явление по срав­нению с напорным движением, так как наличие сво­бод­ной поверхности потока приводит к изменению площадей живых сечений по длине последнего даже при незначительных препятствиях. Это требует рас­смот­ре­ния процессов волно–образования, заставляет в некоторых случаях счи­тать­ся с влиянием сил поверхностного натяжения и т. п.

При гидравлических расчетах открытых каналов и без­напорных трубо­про­во­дов ставится задача определения ско­рости движения жидкости в канале, площа­ди сечения и наивыгоднейшей формы канала.

При равномерном движении жидкости в открытом рус­ле гидравлический iг и пьезометрический iп уклоны, а так­же уклон дна русла iп равны между собой:

iг ­= iп = iд (5. 29)

С учетом равенства (5. 29) открытые каналы и безна­порные трубопроводы рас­считываются по формулам, ко­торые были выведены ранее для напорных тру­бо­проводов (формулы Шези и Павловского). Значения коэффициента шеро­хо­ватости п для широкого диапазона условий приведе­ны в приложении 2.

Как следует из формулы Шези, канал будет обладать наивыгоднейшей фор­мой, если при заданной площади по­перечного сечения он будет иметь наимень­ший смоченный периметр. При этом канал будет обеспечивать наибольший расход. Наиболее выгодными профилями каналов являют­ся круг и полукруг. На прак­тике чаще применяются каналы трапецеидальной формы, поскольку в грун­те полукруглое сечение достаточно трудно.

Более подробные сведения о движении воды в открытых руслах можно почерп­нуть в специальной литературе.

## Местные сопротивления

При движении реальной жидкости помимо потерь на трение по длине потока могут возникать и так называв мые местные потери напора. Причина последних, напри­мер в трубопроводах, – разного рода конструктивные вставки: колено 3, трой­ники 2, сужения и рас­ширения трубопровода, задвижка 1, вентили и т. п., не­обходимость применения которых связана с условиями сооружения и экс­плу­атации трубопровода.

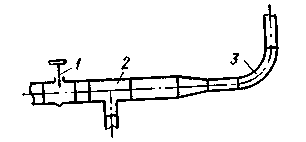
Местные сопротивления вызывают изменение скорости движения жидкости по значению (сужение и расширение), направлению (колено) или значению и. Нап­ра­вле­нию одновременно (тройник), поэтому часто указывают на некоторую ана­логию между явлениями, наблюдаемы­ми в местных сопротивлениях, и уда­ром в твердых телах, который с механической точки зрения также характери­зуется внезапным изменением скорости.

На практике местные потери hмп определяют по формуле Вейсбаха



где ζ («дзета») – безразмерный коэффициент, называе­мый коэффициентом мест­ного сопротивления (значение ζ устанавливают опытным путем); ν – сред­няя скорость движения жидкости в сечении потока за местным сопро­тивлением.

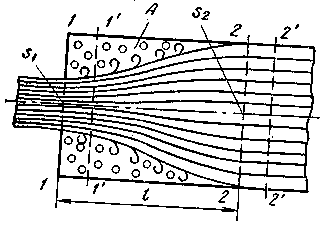
Если по каким-либо соображениям потерю напора же­лательно выразить через ско­рость перед местным сопро­тивлением, необходимо выполнить пересчет коэф­фициен­та местного сопротивления. Для этой цели используют соотношение ζ1/ζ2 – (s1/s2)2, где ζ1, ζ2 – коэффициенты местных сопротивлений, соответст­вую­щие сечениям s1 и s2.



В некоторых случаях потери напора в местных сопро­тивлениях удобно опре­де­лять по так называемой экви­валентной длине – длине прямого участка трубо­про­вода данного диаметра, на которой потеря напора на тре­ние hТР равна (экви­ва­лентна) потере напора hмп, вызы ваемой соответствующим местным со­про­тив­лением. Эк­вивалентная длина LЭ может быть найдена из равенства потери на­по­ра по длине, определяемой по формуле Дарси-Вейсбаха hтр=λ(LЭ/d)[v2/(2g)], и местных потерь напора, учитываемых формулой Вейсбаха hм.п. = ζ[v2/(2g)].

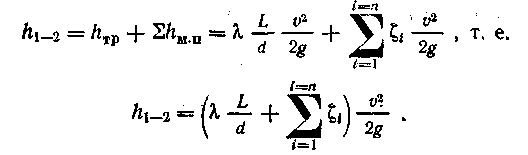
Приравнивая правые части этих формул, находим

LЭ = (ζ/λ)d.



## Сложение потерь напора

Во многих случаях при движении жидкостей одновре­менно наблюдаются потери напора на трение по длине и местные потери напора. В этих случаях полная потеря напора определяется как арифметическая сумма потерь всех видов. Например, полная потеря напора в трубопро­воде длиной L, диаметром d, имею­щем η местных сопротивлений,

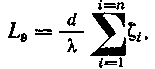


Выражение, стоящее в скобках, называют коэффициентом сопротивления сис­темы и обозначают через ζсист. Таким образом,



Местные сопротивления можно заменить эквивалент­ными им длинами. В рас­смат­риваемом случае эквива­лентная длина, соответствующая всем η местным сопро­тивлениям

(\*)



Тогда, обозначая L+LЭ=LП, можно определять сумму потерь по формуле Дарси–­Вейсбаха. Для этого в нее вместо действительной длины трубопровода L вводят приведенную длину LП. Таким образом,

(\*\*)



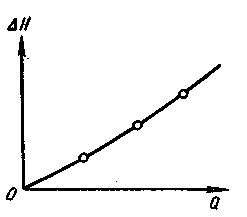
Формулы (\*) и (\*\*) обычно используют при гидрав­лическом расчете трубопроводов.

## Графоаналитические методы расчета трубопроводов

При гидравлическом расчете трубопроводов широко используют графо­ана­ли­ти­ческие методы. Их применение значительно облегчает и упрощает решение неко­торых сложных задач, а в отдельных случаях (например, при исследовании сов­местной работы нескольких центробежных насосов на один общий трубо­провод) является един­ственно возможным приемом, позволяющим получить иско­мое решение.

Предположим, что в простейшем случае имеется трубопровод диаметром d и длиной L и по нему перекачивается жидкость, кинематическая вязкость ν кото­рой известна. Потери напора в данном трубопроводе пред ставляют собой функ­цию только расхода жидкости, т. е. ΔH=f(Q).

Изобразим эту зависимость графически:

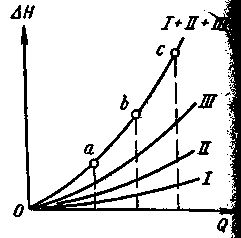


Для этого, произвольно задаваясь рядом значений Q вычислим соответст­вую­щие им значения потерь напора ΔН и отложим (в масштабе) по оси абсцисс зна­че­ния Q, а по оси ординат – вычисленные значения ΔH. Соединив полученные точки плавной линией, получим кривую из изменения потери напора в трубо­про­воде в зависимости от расхода. Эту кривую называют характеристической кри­вой, или гидравлической характеристикой трубопровода.

В общем случае характеристическая кривая трубо провода состоит из отдель­ных участков разной формы – прямолинейного участка для ламинарного режима (при малых Re) и параболической кривой для турбулентного режима (в области боль­ших Re), в свою очередь состоящей из участков разной крутизны (т. е. Пара­бол с различными показателями степени) в разных зонах этого режима.

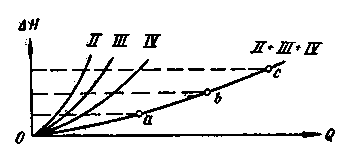
Рассмотрим построение характеристик для более сложных трубопроводов. Для простоты будем считать что они лежат в одной горизонтальной плоскости.

При последовательном соединении трубопроводов; предварительно строят ха­рак­теристики отдельных последовательно включенных участков.



На рис. изображены характеристики I, II, III участков соответственно 1, 2, 3. Так как при последовательном соединении потери напора суммируют, сложим кри­вые I, II, III по вертикали. Для этого проведем ряд прямых, параллельных оси орди­нат. Каждая из них пересечет эти кривые. Сложим ординаты точек пересе­че­ний этих прямых с кривыми. Получим ряд точек – а, b, с, ..., принадле-жащих новой кривой I + II + III, которая представляет собой искомую суммар-ную ха­рак­теристику всего рассматриваемого трубопровода.

При параллельном соединении также прежде всего следует построить харак­тери­стики отдельных параллельно включенных участков.



Пусть кривые II, III, IV — такие характеристи­ки участков 2, 3, 4. Как уже ука­зы­валось, при параллель­ном соединении общий расход определяется как сумма рас­ходов в отдельных параллельно включенных участ­ках. Потери напора в них оди­на­ковы, а полные потери напора определятся как потеря напора в одном из пе­речисленных участков. Для построения суммарной ха­рактеристики необ­хо­димо провести ряд горизонтальных прямых, параллельных оси абсцисс, и сложить при по­стоянных ординатах абсциссы точек их пересечения с характе­рис­ти­ками отдельных участков. В результате получим ряд точек а, b, с,..., опре­деля­ющих суммар­ную характеристику II+III+IV трубопровода при па­рал­лель­ном соединении.

Таким образом, для построения суммарной характе­ристики сложного трубо­про­вода необходимо сложить характеристики отдельных участков (при парал­лель­ном соединении по горизонтали, при последовательном — по вертикали).

В общем случае, когда трубопровод состоит из ряда участков, соединенных между собой как последователь­но, так и параллельно, суммарную харак­те­рис­ти­ку всего трубопровода находят путем последова­тельного сложения предвари­тель­но достроенных характеристик всех отдельных участков. Сначала сумми­руют характеристики параллельно включенных участков 2, 3, 4 по горизонтали, а за-тем их суммарную харак­теристику по вертикали с характеристиками уча­стков 1 и 5, включенных последовательно.

В тех случаях, когда отдельные участки тру­бопровода лежат в раз­ных плос­костях, при по­строении и суммировании характеристик необходи­мо учи­ты­вать также раз­ность высот Δz между начальной и конечной точками участков. Харак­теристики этих участков следует строить не от начала координат, а из точек, от­стоя­щих от него по оси ординат на величину Δz. Значение Δz нужно откла­дывать вверх, если конечная точка участка располо–жена выше начальной точки (подъ­ем жидкости), и вниз, если она находится ниже начальной точки (опускание жид­кости). Аналогично следует поступать и в тех случаях, когда жидкость пода­ется в емкости с повышенным или понижен–ным давлением. В первом случае высо­ту Δp/pg, соответствующую разности начального и конечного дав­лений р1 – р2 = Δр, откладывают вверх, а во втором – вниз.

По построенным гидравлическим характеристикам трубопроводов легко опре­де­ляются необходимый перепад напоров ΔH по заданному расходу Q или расход по за­данному перепаду напоров. Например, если для простого трубопровода пост­роена его гидравлическая характеристика, то, отложив перепад на­поров ΔH = Δz на оси ординат, по соответствующей ему точке характеристики можно опре­делить расход Q. Ана­логично определяют необходимый перепад напоров при заданном расходе.

Гидравлическую характеристику трубопровода ис­пользуют также при подборе центро­бежного насоса.

Для определения необходимого диаметра трубопрово­да по заданному Q и строят, задаваясь разными зна­чениями d, график зависимости ΔH = f (d). По задан­ному значению ΔH определяют соответствующий ему диаметр трубопро­вода d.

Программы расчетов для построения зависимости ΔH = hтр = f (Q) и ΔH = hтр = f (d) на программируемых калькуляторах типа «Электроника», БЗ-34, МК-61 и им подобных приведена в прил. 2.

## 

## Содержание

[Движение воды в русле канала. 1](#_Toc27500899)

[Местные сопротивления 2](#_Toc27500900)

[Сложение потерь напора 3](#_Toc27500901)

[Графоаналитические методы расчета трубопроводов 4](#_Toc27500902)

[Содержание 8](#_Toc27500903)

## ОАО «ГАЗПРОМ»

## Волгоградский колледж газа и нефти

## Реферат по гидравлике

## Выполнил: студент гр. 02ЭГП-1С

## Ирушкин В. Ю.

## Волгоград 2002