§ 3.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА В ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЯХ

Для определения расчетной скорости потока, действующего на трубопровод, расположенный в подводной траншее, необходимо знать численные значения и закон распределения скоростей по глубине траншеи. Учитывая отсутствие теоретического решения этой задачи, авторами [10] были выполнены экспериментальные исследования.

Эксперименты проводились в гидравлическом лотке, длина, ширина и высота которого были соответственно равны 12,1 и 1,5 м, со специальным углублением 0,6 м для устройства траншей. В опытах были приняты траншеи с гладкими поверхностями трапецеидальной и прямоугольной формы, а также траншеи с криволинейными профилями. Измерение скоростей проводили по глубине потока на подходе к траншее и по глубине траншеи в двух-четырех сечениях (на оси траншеи и на различных расстояниях от верховой и низовой бровок). Для каждого режима течения замеряли скорости в 10—30 точках.

Основными параметрами, определяющими кинематику потока в подводных траншеях, приняты: число Фруда $\mathrm{Fr}=v_{ср}^2/g\,H$, m—заложение откосов траншеи, $b_т/h_т$ — отношение ширины траншеи по дну к глубине траншеи, $H/h_т$ — отношение глубины транзитного потока к глубине траншеи и Φ — параметр криволинейности профиля траншеи. Эти параметры в опытах изменялись в следующих пределах: $\mathrm{Fr}=0{,}002\div0{,}2$; $b_т/h_т=0{,}25\div5{,}5$; $m=0\div2{,}5$; параметр Φ соответствовал скруглению всех углов траншеи радиусом, равным 0,5 $b_т$. Пределы изменения указанных параметров охватывают в основном пределы изменения их в натурных условиях. Масштабы моделей траншей относительно натурных размеров соответствовали пределам от 1 : 2 до 1 : 10.

Выполненные эксперименты показали, что устройство траншей несущественно отражается на распределении усредненных скоростей транзитного потока. Однако в части транзитного потока над траншеей значительно возрастает интенсивность пульсации скоростей. Режим транзитного потока и прежде всего его придонной области определяет кинематику движения жидкости в самой траншее. Часть кинетической энергии транзитного потока передается жидкости, находящейся в траншее, и возбуждает в ней циркуляционное движение. В опытах почти для всех траншей указанных параметров имело место циркуляционное течение с отрицательными скоростями вблизи дна траншеи. Размеры циркуляционных областей определяются параметрами Fr, m, $b_т/h_т$ и Φ. Результаты некоторых опытов представлены в виде эпюр распределения скоростей (I—VI) в траншеях (рис. 3.4, 3.5).

Влияние отдельных безразмерных параметров на распределение скоростей в траншеях при прочих равных условиях может быть охарактеризовано следующим образом.

1. Увеличение заложения откоса m приводит к увеличению распространения кинетической энергии потока в траншее. При возрастании m от 0 до 1,0 ($b_т/h_т<3$) увеличиваются отрицательные донные скорости в траншеях. Дальнейшее увеличение m (в опытах до 2,5) уменьшает циркуляционную зону, а вследствие этого уменьшаются и отрицательные донные скорости (при этом движение потока в бóльшей части траншеи совпадает с направлением движения транзитного потока).

2. Влияние отношения $b_т/h_т$ аналогично влиянию m, так как с увеличением $b_т/h_т$ увеличивается поверхность соприкосновения транзитного потока и жидкости, находящейся в траншее. При увеличении $b_т/h_т$ от 0 до 3 ($m=0\div1$) возрастают отрицательные донные скорости в траншеях; дальнейшее увеличение $b_т/h_т$ приводит к уменьшению их. С увеличением отношения $b_т/h_т$ от 0,67 до 5,5 ($m=2{,}5$) донные скорости в траншеях увеличиваются; при $b_т/h_т<3$ отрицательные скорости имеют незначительную величину, а при $b_т/h_т\geqslant3$ они вообще отсутствуют.

РИС. 3.4.
Эпюры распределения скоростей потока в траншеях с заложением откосов $m=2{,}5$:
а — $b_т/h_т=0{,}67$; *б* — $b_т/h_т=3{,}0$; *в* — $b_т/h_т=5{,}5$

