С увеличением $b_т/h_т$ от 0,67 до 5,5 ($m=2,5$) $P_{хт}$ увеличивается, что является следствием распространения транзитного потока на большую часть траншеи. При $b_т/h_т=5,5$ движение по всей траншее совпадает с направлением транзитного потока.

Подъемная сила $P_{ут}$ возрастает при увеличении $b_т/h_т$ от 0,67 до 5,5. Возрастание $P_{ут}$ происходит из-за увеличения скоростей потока над цилиндром.

Влияние относительного стеснения траншеи трубопроводом на величины $P_{хт}$ и $P_{ут}$ для каждого типа траншеи различно. Однако и здесь можно отметить общие закономерности. При $m=0,5\div1,0$ величина $P_{хт}$ зависит от размеров циркуляционных областей. С увеличением $D/h_т$ от 0,17 до 0,50 уменьшаются по абсолютной величине отрицательные значения $C_{хт}$ для большинства $b_т/h_т=0,25\div5,5$. Уменьшение $P_{хт}$ объясняется увеличением размеров застойных областей в траншее.

С увеличением $D/h_т$ от 0,17 до 0,56 ($m=2,5$) $P_{хт}$ увеличивается вследствие возрастания средней скорости в слое потока, набегающего на трубопровод.

Подъемная сила $P_{ут}$ с увеличением параметра ($m=0,5\div1,0$) уменьшается. Уменьшение $P_{ут}$ обусловлено уменьшением отрицательных скоростей потока над трубой, а вследствие этого и изменением распределения давления на поверхность цилиндра. При $m=2,5$ с увеличением $D/h_т$ $P_{ут}$ возрастает из-за значительного увеличения скоростей транзитного потока над трубой.

В отношении параметра относительного стеснения траншеи $D/h_т$ и его учета в практических расчетах необходимо отметить следующее: при расположении трубопровода вне циркуляционной зоны отношение $D/h_т$ не влияет на $C_{хт}$ и $C_{ут}$ (условие обтекания приближается к случаю обтекания трубопровода, расположенного на дне транзитного потока); при расположении трубопровода в циркуляционной зоне стеснение траншеи трубопроводом, как показали опыты, несущественно влияет на $C_{хт}$ и $C_{ут}$, если верхняя образующая трубопровода расположена ниже линии нулевых скоростей циркуляционной зоны. При расположении цилиндра в пределах циркуляционной области значение $C_{хт}$ отрицательно; положительные значения $C_{хт}$ были получены, когда цилиндр находился вне циркуляционной области.

Если трубопровод расположен в зоне отрицательных и положительных скоростей, то, очевидно, значения $C_{хт}$ и $C_{ут}$ будут отличаться от значений C_x и C_y для цилиндров, расположенных на дне транзитного потока, но в этом случае составляющие силового воздействия потока $P_{хт}$ и $P_{ут}$ незначительны вследствие небольшой расчетной скорости и в практических расчетах их можно не учитывать. Наряду с исследованием силового воздействия потока на неподвижно закрепленные цилиндры, находящиеся на дне подводных траншей, были проведены специальные эксперименты, в которых цилиндры различной отрицательной плавучести укладывали на дно траншей без закрепления.

Перемещения цилиндров при изменении скорости потока фиксировали кинокамерой. В траншеях при $m=0\div0,5$ цилиндры нулевой плавучести с увеличением скорости транзитного потока перемещались в сторону верхового откоса. Вследствие циркуляционного движения цилиндрам с $D/h_т=0,1\div0,37$ сообщалось движение по замкнутым траекториям в пределах

РИС. 3.12.
Кинематика цилиндров в подводных траншеях:
а — $m=0,5$; $b_т/h_т=0,67$; $D/h_т=0,37$; *б* — $m=1,7$; $b_т/h_т=0,67$; $D/h_т=0,7$; *в* — $m=1,7$; $b_т/h_т=0,67$; $D/h_т=0,2$ *1 — 6* — положения трубопровода при различных скоростях потока v

