и всплытие. Кроме того, они могут иметь и разные конструктивные решения, например, различные балласт, толщина стенки и материал трубы, берегоукрепления, кривые вставки на береговых участках.

Любой переход водной преграды может быть спроектирован и построен таким образом, что эксплуатационная надежность его будет обеспечена в период расчетного срока эксплуатации. Затраты на сооружение и эксплуатацию переходов различных вариантов будут существенно отличаться друг от друга. Поэтому из всего многообразия створов переходов и их конструктивных схем нужно отобрать в каждом конкретном случае такие, при которых затраты будут наименьшими. Тогда оптимальный створ перехода будет определяться оптимальной трассой всего трубопровода, которая учитывает минимальные стоимости различных вариантов перехода и возможные удлинения основной трассы трубопровода. Эта задача решается на ЭВМ методами оптимального проектирования [6].

§ 6.2. РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНОЙ ГРАНИЦЫ ДЕФОРМАЦИИ ДНА И БЕРЕГОВ РЕКИ В СТВОРЕ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА

Как уже отмечалось, основной фактор, обеспечивающий надежную эксплуатацию подводных трубопроводов, — заглубление их ниже предельной границы деформаций дна и берегов реки в строительный период. Устанавливать предельную границу деформации (предельного профиля) наиболее целесообразно с применением гидроморфологической теории руслового процесса (см. § 2.3).

Использование гидроморфологической теории на практике связано с обработкой значительного количества материалов изысканий. Поэтому очевидна целесообразность применения математических моделей русла реки и ЭВМ, которые значительно облегчают обработку результатов изысканий и позволяют решать такие важные практические задачи, как определение предельного профиля в створе подводного трубопровода, прогноз русловых деформаций на участке подводных переходов и размывов трубопроводов в период эксплуатации.

Для решения поставленных задач русло и береговые участки реки задаются в виде профилей створов (рис. 6.3, *а*), которые получают по результатам эхолотирования дна реки и геодезической съемки береговых участков. Профили створов представляются кусочно-линейными непрерывными функциями высотных отметок. Число створов и их расположение на участке перехода зависят от типа и интенсивности развития руслового процесса. Для прогнозирования русловых деформаций необходимо знать скорость и направление перемещения гряд, побоч-

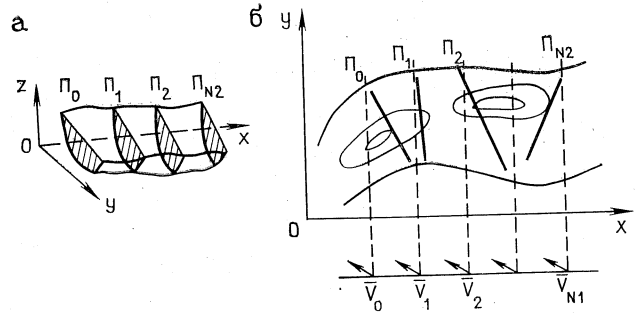


РИС. 6.3.
Схема модели русла

ней, осередков, излучин, а также изменение высотных характеристик русла.

Развитие руслового процесса представляется смещением русла вдоль заданного вектора со средней скоростью v_1 метров в год.

Для многих типов руслового процесса: ленточно-грядового, побочневого, осередкового и ограниченного меандрирования характерны в основном деформации дна реки в виде сползания по течению крупных русловых форм (деформации берегов незначительны). В этих случаях вектор смещения русла направляется вдоль реки (по оси x), тогда $v_{iy}=0$ и $v_{ix}=v_i$.

Для свободного и незавершенного типов меандрирования руслового процесса вектор смещения русла ориентирует по направлению размыва берега или сползания излучины (оси координат x или y располагают вдоль вектора смещения русла), и в этом случае одна из составляющих скорости смещения русла v_{iy} или v_{ix} равна нулю.

В общем случае величина и направление вектора могут изменяться во времени по длине рассматриваемого участка перехода, т. е. быть различными как для разных створов, так и для одного и того же створа (рис. 6.3, *б*).

Предельная граница деформаций дна и берегов реки определяется по вектору смещения русла, скорости развития руслового процесса, заданному времени, на который осуществляется прогнозирование, и продольным профилям створов.

Для этого все заданные профили створов проектируют на координатную плоскость (с учетом величины и направления