вектора), расположенную в створе подводного трубопровода, и находят огибающую всех профилей путем отбора точки с наибольшими глубинами дна реки. Полученная таким образом кусочно-линейная кривая является искомым профилем, характеризующим предельную границу размыва дна и берегов реки в створе трубопровода. Алгоритм решения этой задачи приведен в работе [33].

Для оценки состояния ранее построенного трубопровода его высотное положение представляется кусочно-линейной функцией. Сопоставляя кусочно-линейные функции, характеризующие трубопровод и предельный профиль размыва, можно определить длину размытых участков трубопроводов за любой промежуток времени.

Все вычисления легко выполняются на ЭВМ. Результаты вычислений могут выдаваться ЭВМ как в цифровом виде, так и графически в виде продольных профилей с указанием предельного профиля дна и берегов реки за любой промежуток времени.

Предложенная методика прогноза русловых деформаций может быть рекомендована при выборе оптимального створа перехода трубопроводов, обследовании трубопроводов, находящихся в эксплуатации, а также проектировании и эксплуатации некоторых других гидротехнических сооружений.

§ 6.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Как уже отмечалось в § 6.1, заглубленные в дно водной преграды подводные трубопроводы имеют более высокую эксплуатационную надежность, чем трубопроводы, укладываемые на дно без заглубления.

Однако подводные земляные работы (разработка и засыпка подводных траншей для укладки трубопровода) являются наиболее трудоемкими и дорогостоящими среди остальных видов работ при строительстве подводных переходов. Затраты на устройство подводных траншей могут достигать половины всей стоимости перехода. Объем подводных земляных работ зависит от предельной границы переформирования дна и берегов водной преграды, конструктивных параметров трубопровода и профиля створа перехода. Наличие в створе перехода участков с резко пересеченным рельефом дна обусловливает производство большого объема земляных работ для обеспечения прилегания трубопровода ко дну траншеи.

Уменьшение объема земляных работ можно достичь дополнительной пригрузкой (балластировка, анкерное закрепление трубопроводов) упругого искривления трубопровода в соответствии с профилем подводной траншеи, а также применением кривых вставок труб на береговых участках.

Но так как дополнительная пригрузка и применение кривых вставок труб увеличивают стоимость перехода, оптимальным может оказаться вариант с увеличенным объемом земляных работ.

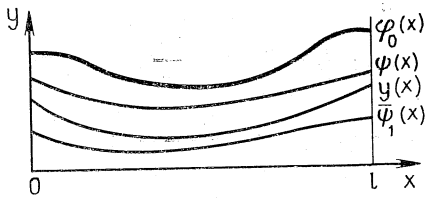


РИС. 6.4.
Расположение оптимального профиля в системе координат *xoy;*
$\varphi_0(x)$ — профиль дна реки; $\psi(x)$ — предельная граница размыва дна и берегов реки; $y(x)$ — оптимальный профиль оси трубопровода; $\bar{\psi}_1(x)$ — граница возможной глубины разработки траншеи механическими средствами

Расчет оптимального профиля подводного трубопровода по минимальной стоимости земляных работ и балластировки.

За оптимальный профиль подводного трубопровода здесь принимается такой профиль, при котором общая стоимость земляных работ, дополнительной пригрузки труб и кривых вставок будет минимальной при выполнении ограничений, обеспечивающих прочность трубопровода при изгибе, прилегание трубопровода ко дну траншеи, предельную границу переформирований дна и берегов реки в створе перехода, максимально возможную глубину разработки траншеи имеющимися техническими средствами.

Для описания данной задачи рассмотрим следующую математическую модель [33].

Пусть в некоторой системе координат xoy на интервале $[0, l]$ задан профиль дна реки в виде функции $\varphi_0(x)$, зависящей от длины x (рис. 6.4):

$$\varphi = \varphi_0(x). \tag{6.1}$$

Искомый оптимальный профиль оси трубопровода является функцией

$$y = y(x). \tag{6.2}$$

Как показывает практика, основная часть стоимости подводного трубопровода S_0 складывается из стоимости земляных работ $S_{з.р}$, стоимости пригрузки $S_{пр}$, стоимости труб $S_т$ и стоимости кривых вставок $S_в$

$$S_0 = S_{з.р} + S_{пр} + S_т + S_в. \tag{6.3}$$

На функцию профиля трубы накладываются следующие ограничения:

1) глубина заложения трубы не должна выходить за определенные пределы

$$\psi_1(x) \leqslant y(x) \leqslant \psi(x), \tag{6.4}$$