всплытие вследствие изменения свойств грунтов и плотности воды при шторме, размыве и засыпке траншеи.

Материалы инженерно-геологических изысканий должны быть достаточными для прогнозирования деформации рельефа дна и берегов в створах трубопровода на весь период его эксплуатации.

Инженерно-геологические изыскания акватории на участках строительства трубопроводов наиболее эффективно проводить с помощью акустических методов в сочетании с исследованием свойств образцов грунтов, взятых со дна акватории с помощью специальных пробоотборников.

Качество получаемой информации с помощью акустических методов в значительной степени зависит от частотного спектра выходного сигнала. Низкочастотный спектр по сравнению с высокочастотным обладает большей глубиной проникания акустической энергии в грунт. Высокочастотные спектры 40 кГц и выше полностью отражаются от дна или проходящего косяка рыбы и поэтому используются в эхолотах для промеров глубин и обнаружения косяков рыбы. При частоте сигнала 12 кГц глубина проникания в грунт достигает 10 м, если дно сложено из мягких осадочных пород. При более низкой частоте сигнала в диапазоне 60—120 Гц глубина проникания может достичь нескольких тысяч метров. С увеличением глубины проникания ухудшается разрешающая способность системы. Поэтому в каждом конкретном случае можно выбрать либо увеличение глубины проникания, но ухудшение разрешающей способности, либо увеличение четкости вследствие уменьшения глубин. Установлено, что только при определенном сочетании мощности и частоты сигнала можно получить систему с оптимальной разрешающей способностью.

Для строительства подводных трубопроводов целесообразно применять акустические приборы, обеспечивающие глубину проникания до 5—10 м.

Физико-механические свойства пород, слагающих морское дно, значительно влияют на качество съемки. Некоторые породы частично отражают и частично пропускают звуковые волны, другие породы, почти не отражая, полностью пропускают или поглощают их.

Твердые скальные породы в основном акустически непрозрачны, неконсолидированные осадочные породы с большим содержанием воды и глинистые отложения свободно пропускают звуковые волны, а торфы и другие органические отложения полностью поглощают их.

Проведение геологических исследований с использованием акустических методов позволяет определить вид, мощность и протяженность залегания осадочных пород, отличить илы и глины от песка и твердых пород, а также с достаточной точностью получить данные о глубине залегания скальных пород.

Ширина обследуемой полосы морского дна вдоль трассы трубопровода зависит от глубины моря и должна быть достаточной для установления условий заякоривания земснарядов, трубоукладочных барж и трубозаглубителей. На больших глубинах ширина обследуемой полосы может колебаться от нескольких сотен метров до двух километров.

В дополнение к акустическим исследованиям проводится анализ образцов грунта, взятых с морского дна с помощью специальных устройств: виброзонда, виброгрунтоотборника, поршневого гравитационного прибора и др.

Виброзонд состоит из свинчивающихся секций двух- или трехдюймовых труб длиной по 1,5 м, имеющих грунтовые ловушки. Под действием вертикальных колебаний происходит разжижение грунта и виброзонд погружается на необходимую глубину, с которой и отбирают пробы грунта грунтовыми ловушками. Затем зонд поднимают (периодически включая и выключая вибратор) и извлекают образцы грунта из грунтовых ловушек, расположенных на различных глубинах. Виброзонд может погружаться в грунт на 10 м и более. Применение виброзонда наиболее эффективно при залегании на морском дне водонасыщенных песчаных и песчано-гравелистых отложений, илистых грунтов текучепластичной и пластичной консистенции, виброзонд можно использовать и для отбора проб крупнообломочных и глинистых грунтов.

При применении подводного виброгрунтоотборника вибратор располагается под водой. Длина виброгрунтоотборника 3,4 м, длина труб для отбора грунта 3 м. Для отбора проб связных грунтов применяют трубы с боковыми прорезами, а песчаных грунтов — трубы без прорезов. Наконечник виброгрунтоотборника имеет лепестки для удержания грунта на трубе при ее подъеме.

Перспективным для инженерно-геологических испытаний является применение подводной пенетрационно-каротажной станции, с помощью которой можно получить непрерывную по глубине проходки запись изменения пяти показателей: объемной массы, объемной влажности, естественного гамма-фон породы, удельного сопротивления породы вдавливанию наконечника зонда и удельного трения породы. Совместная интерпретация этих показателей позволяет оценить прочность, сжимаемость, водопроницаемость, просадочность и другие свойства исследуемых пород.

Базовый способ проходки пород — статическое зондирование; значения показателей измеряют с помощью аппаратуры, расположенной в зонде (на забое), их запись осуществляется с помощью наземной аппаратуры.

Подводная пенетрационно-каротажная станция предназначена для исследования донных отложений при глубине воды 30—40 м. В ближайшей перспективе предполагается создание