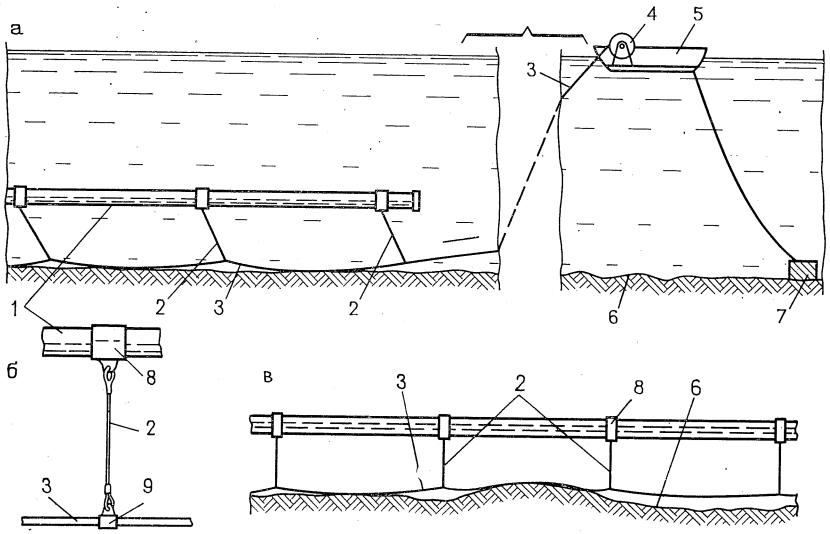
петли, которые вдеваются в отверстия муфт *8* и *9*, прикрепленных к трубопроводу *1* и тросу *3*. Тяговое усилие, создаваемое каждой подвеской, равно общей силе протаскивания, деленной на число подвесок. Поэтому растягивающее напряжение в трубопроводе значительно снижается. Расстояние между подвесками зависит от величины положительной плавучести трубопровода, скорости поперечного течения воды, напряжений, возникающих от изгиба трубопровода, и принимается равным нескольким десяткам метров. При большой плавучести трубопровода можно использовать дополнительные подвески, как показано на рис. 10.23, *б*.

Вся система трубопровод—трос—подвески сама по себе или вместе с утяжеляющими элементами имеет небольшую отрицательную плавучесть. Утяжеляющими элементами могут быть грузы или тяжелые цепи, прикрепленные к распределительному тяговому тросу подвескам или непосредственно к трубопроводу. В варианте рис. 10.22 утяжеление трубопровода обеспечивается массой троса и подвесками. Распределительный трос и подвески в состоянии натяжения показаны на рис. 10.22, *а*, а без приложения тягового усилия — на рис. 10.22, *в*. При одинаковой длине подвесок и неровном профиле дна трубопровод будет занимать среднее положение относительно высотных отметок дна (рис. 10.22, *в*).

РИС. 10.22.
Схема распределения тягового усилия по длине трубопровода при протаскивании:

а — распределительный тяговый трос натянут; *б* — соединение подвески с трубопроводом и распределительным тросом; *в* — положение распределительного троса при пересеченном профиле дна; *1* — протаскиваемый трубопровод; *2* — подвеска; *3* — распределительный трос; *4* — тяговая лебедка; *5* — буксирное судно; *6* — морское дно; *7* — якорь судна; *8, 9* — втулки



При необходимости создания дополнительной отрицательной плавучести, например, для обеспечения устойчивости трубопровода на сдвиг от воздействия течения, балластные грузы могут прикрепляться к тяговому распределительному тросу между подвесками (рис. 10.23, *а*) или непосредственно под ними (рис. 10.23, *б*).

На рис. 10.24 и 10.25 показаны дополнительные утяжеляющие элементы в виде цепей, расположенных вдоль трубопровода. Эти цепи могут прикрепляться к подвескам (рис. 10.24, *а*), к трубопроводу (рис. 10.24, *б* и *в*; 10.25, *а*), а также применяться вместо подвесок (рис. 10.24, *б*). Обычно цепи частично свисают и волочатся по дну. Цепи, кроме утяжеления всей системы, создают силу трения, удерживающую трубопровод от смещения под действием поперечного течения (рис. 10.25, *б*).

На рис. 10.24 длина подвесок выбрана такой, что распределительный трос находится на некотором расстоянии от дна моря. При наличии поперечного течения расстояние между трубопроводом и дном уменьшается и распределительный трос перемещается по грунту (рис. 10.25). Применение утяжеляющих цепей позволяет регулировать равновесное состояние трубопровода при изменении его расстояния от дна. Например, воздействие течения обусловливает поперечное смещение трубопровода, которое приводит к изменению длины провисающих участков цепей и созданию вертикальной силы, стремящейся вернуть трубопровод в исходное положение (рис. 10.25, *б*). Возможен также вариант комбинированного приложения тягового усилия непосредственно к трубопроводу и через подвески распределительного троса. В этом случае тяговое усилие разделяется на две силы T_1 и T_2, воспринимаемые соответственно тросом *4*, соединенным непосредственно к трубопроводу, и распределительным тяговым тросом (рис. 10.26). Тяговое усилие T_1 и T_2 можно создать раздельно двумя лебедками (рис. 10.26, *б*), расположенными на буксирном судне (специальной площадке), или одной лебедкой. В последнем случае оба тяговых троса *4* и *5* присоединяются к достаточно тяжелому грузу *6*, который соединен с тяговым тросом *7*, воспринимающим суммарную тяговую силу (рис. 10.26, *а*). При скольжении по дну груз расчищает дорожку для распределительного троса и трубопровода.

Монтаж трубопровода выполняют на береговой строительной площадке. Отдельные трубы или двух-трехтрубные секции сваривают в плети длиной 1 км и более. К плетям присоединяют подвески, распределительный трос и в случае необходимости утяжеляющие элементы (грузы, цепи). Укладка трубопровода