опускаемый трубопровод при сходе его с кормы баржи, и устройствами для создания натяжения в опускаемом трубопроводе. Опускаемый в воду трубопровод принимает форму S-образной кривой. Наибольшие напряжения могут возникнуть на выпуклом или вогнутом участках S-образной кривой.

Напряжения на вогнутом участке регулируются с помощью натяжных устройств, размещенных между рабочими постами на барже, а напряжения на выпуклом участке ограничиваются стрингером, который по конструкции может быть различных типов.

С увеличением глубины укладки и диаметра трубопровода значительно возрастает сложность инженерных задач, которые необходимо решать при строительстве. Значительно повышаются требования к организации и технологии укладки трубопровода. Неудовлетворительная организация работ может привести к повреждению трубопровода и к простою трубоукладочной баржи.

Эволюция укладки морских трубопроводов включает три поколения трубоукладочных барж. Первое поколение судов было создано для укладки трубопроводов на сравнительно небольшие глубины. Трубопровод укладывали без натяжения с помощью длинного стрингера, который поддерживал трубопровод почти до самого дна.

Второе поколение трубоукладочных барж было создано для укладки трубопроводов на бóльшие глубины и при значительном волнении. Методы сооружения трубопровода остались без изменения, но увеличились размеры барж и усовершенствовалось оборудование для ускорения процесса укладки. Новым явилось укладка с натяжением и использование различных типов стрингеров.

Возможность использования трубоукладочных барж в значительной степени зависит от погодных условий. Например, если критические высоты волн, при которых трубоукладочная баржа вынуждена прекращать работы, составляет 25% месячного времени с частотой повторяемости 10, 12 и 3%, то это означает, что для каждого случая будет потерян день на прекращение работ и три дня на возобновление их. Таким образом, к восьми дням, в которые судно не может работать по погодным условиям, следует прибавить еще 12 дней, теряемых на прекращение и возобновление работ, т. е. в 30-дневный период трубоукладочное судно не работает около 20 дней.

Так как стоимость эксплуатации баржи велика, простои ее, обусловленные погодными условиями, значительно удорожают стоимость строительства трубопровода.

Суда второго поколения более совершенны и эффективны по сравнению с судами первого поколения, однако и они имеют ограничения при больших глубинах и значительном волнении моря. С увеличением глубин укладки трубопроводов первенство в этом отношении должно перейти к судам третьего поколения.

По размерам корпуса баржи третьего поколения мало отличаются от барж второго поколения, но на них установлено гораздо более мощное оборудование для привода лебедок и натяжения. В конструкции корпусов барж внесены изменения, улучшающие мореходные качества, увеличивающие производительность укладки и безопасность проведения работ при значительном волнении моря и обеспечивающие возможность длительного пребывания на них персонала. Некоторые баржи третьего поколения оснащаются комплексом навигационного и контрольно-измерительного оборудования, помогающим обслуживающему персоналу выбирать и выдерживать необходимое направление движения и контролировать все операции по строительству трубопроводов. Перед началом работы оператор вводит в запоминающее устройство географические координаты трассы трубопровода, предельные отклонения от нее, допустимые радиусы поворотов. Система управления непрерывно вычисляет положение судна, учитывает длину уложенного трубопровода и корректирует перемещение баржи. Радиолокационная аппаратура позволяет следить за обстановкой вокруг баржи и положением трубопровода относительно дна.

Для повышения надежности работы трубоукладочной техники используется измерительная аппаратура, позволяющая контролировать упругую линию и напряжения на участке трубопровода от борта баржи до морского дна. Непрерывная регистрация параметров позволяет выполнить анализ работы баржи и обслуживающего персонала, определить место и причину неисправностей, без дополнительных навигационных расчетов повторно пройти трассу трубопровода, выполнить контроль ее технического состояния и профилактический ремонт.

На рис. 12.1 показана трубоукладочная баржа третьего поколения «Каторо 6» (Италия), которая представляет собой судно катамаранного типа полупогружной конструкции с платформой размером 137×46,5 м, двумя корпусами размерами 143×18×6,5 м, соединенными с платформой несущими трубчатыми колоннами диаметром 11 м. Высота от киля до поверхности платформы 24 м, осадка 15,5 м, водоизмещение 40,5 тыс т. В кормовой и носовой частях каждого корпуса расположены гребные винты с приводом от электродвигателей мощностью 2800 л. с. для увеличения скорости буксировки и динамической стабилизации в период укладки трубы. В нижних корпусах имеются отделения для балласта, дизельного топлива, насосов и якорных лебедок. Судно оборудовано 12 якорями массой по 18 т с якорными тросами длиной 2200 м, привод якорных лебедок — от электродвигателей. На верхней палубе судна может быть создан запас труб массой до 7000 т. Трубы выгружаются на палубу судна двумя поворотными кранами, перемещающи-