Для трубопроводов, прокладываемых на больших глубинах и рассчитываемых по схеме балки, испытывающей продольно-поперечный изгиб, допускаемые продольные напряжения следует назначать с учетом внешнего гидростатического давления. Это необходимо учитывать в случае расположения трубопровода на пересеченном морском дне, а также в случае наличия провисающих участков трубопровода вследствие переформирования дна, а также проведения капитального ремонта трубопровода.

Потеря устойчивости (сплющивание поперечного сечения трубы) от чрезмерного изгиба или внешнего гидростатического давления может распространяться по длине трубопровода при внешнем давлении, значительно меньшем критического $p_{кр}$, вызывая повреждения участка трубопровода большой протяженности.

Учитывая опасность разрушения глубоководных трубопроводов вследствие потери устойчивости их поперечного сечения, необходимо принимать специальные меры как в строительный период, так и в период эксплуатации, исключающие возможность появления и распространения вдоль трубопровода значительных деформаций.

К числу мероприятий, повышающих устойчивость поперечного сечения трубопровода, относится увеличение толщины стенки трубы. Однако увеличение толщины стенки не всегда возможно из-за экономических или технических ограничений. С повышением толщины стенки трубопровода увеличиваются стоимость труб, затраты на сварочные работы, необходимы натяжные устройства для укладки трубопровода значительно большей мощности.

Уменьшить опасность смятия трубопровода в период укладки от внешнего гидростатического давления можно заполнением его водой или другой жидкостью. Однако с увеличением диаметра заполненной водой трубы значительно возрастает масса трубопровода, что усложняет укладку и приводит к увеличению напряжений в погружаемом трубопроводе. Поэтому указанные выше ограничения не всегда позволяют использовать данный метод повышения устойчивости трубопровода.

Другим мероприятием, повышающим устойчивость глубоководного трубопровода от внешнего гидростатического давления и препятствующим распространению деформаций смятия по его длине, является усиление трубопровода кольцами жесткости, стальными втулками или патрубками с увеличенной толщиной стенки, вваривaемыми между трубами на определенном расстоянии по длине трубопровода.

В работе [30] для предотвращения смятия трубы в процессе укладки на большие глубины предлагается создавать внутри трубопровода регулируемое внутреннее давление, которое компенсирует внешнее гидростатическое давление. Внутреннее давление целесообразно создавать с помощью газа, так как при этом почти не увеличивается масса трубопровода.

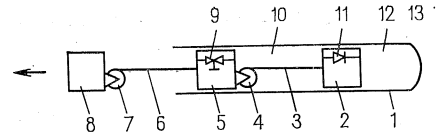


РИС. 12.27.
Схема регулирования внутреннего давления при укладке трубопровода

Для создания давления в трубопровод *1* вводят два разделителя *2* и *5*, которые могут перемещаться вдоль трубопровода с помощью лебедок *4* и *7* и тросов *3* и *6* (рис. 12.27). К нижнему, опускаемому с баржи концу трубопровода приваривается заглушка *13*. Разделитель *2* размещают на небольшом расстоянии от заглушенного конца трубопровода. Разделители снабжены специальными прижимными устройствами, позволяющими по сигналу с поста управления создавать герметичные камеры *10* и *12* соответственно между разделителями и заглушенным концом трубопровода и разделителем *2*. В камеры *10* и *12* закачивают газ до создания заданного давления. Затем открывают клапан *9* для снижения давления в камере *10* и отжимают разделитель *5* от стенок трубопровода, заглушенный конец трубопровода опускают на дно водоема. После сварки следующих нескольких труб разделитель *5* перемещают к верхнему концу трубопровода с помощью лебедки *7* и троса *6*, при этом разматывается трос *3*. Разделитель *5* вновь прижимают к стенкам трубопровода и в удлинившуюся камеру *10* закачивают газ, поднимая давление до заданного значения. Погружение трубопровода происходит при перемещении трубоукладочной баржи вдоль трассы на расстоянии, равном длине пристыкованного участка труб. Если трос между разделителями выбран полностью, то выравнивают давление в камерах *10* и *12*; разделитель *2* отжимают от стенок трубопровода и с помощью лебедки *4* и троса *3* перемещают вперед к разделителю *5*. При этом газ из камеры *10* через клапан *11* попадает в удлинившуюся камеру *12*. После этого разделитель *2* прижимают к стенкам трубопровода, создавая герметизацию в камере *12*, из камеры *10* через клапан *9* выпускают газ и разделитель *5* перемещают вперед.

Описанные выше операции повторяются по мере наращивания трубопровода. Управление процессом укладки осуществляется с поста *8*.