

Стройиздат, 1983. – 40 с.

2. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП П-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 152 с.

3. Вахненко П.Ф. Кам'яні та армокам'яні конструкції. – К.: ІСДО, 1993. – 260 с.

*Отримано 27.08.2001*

УДК 620.197

**О.В.ПУСТОВОЙТОВ**

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ТРУБЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ, АРМИРОВАННЫЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОМ**

Рассматриваются способы защиты от коррозии и упрочнения конструкций трубчатого типа с помощью высокопрочной, коррозионностойкой стеклопластиковой арматуры.

В последнее время повысилась химическая активность окружающей среды, участились случаи разрушения стальных трубопроводов и других металлических конструкций. Вместе с тем возросли требования к надежности, продолжительности эксплуатации трубопроводов. Как показывают статистические данные, основной причиной разрушения трубопроводов является коррозия стенок труб.

Нами разработан эффективный способ защиты и упрочнения трубопроводов с помощью покрытий из высокопрочных ориентированных стеклопластиков. Стеклопластиковый изоляционный материал выгодно отличается от других материалов невысокой плотностью, значительной прочностью, стойкостью к химическим агрессивным средам. По сравнению с традиционными строительными материалами (дерево, алюминий, сталь, керамика, бетон) стеклопластики имеют ряд важных преимуществ: высокую удельную прочность, они не набухают и не подвергаются короблению. Хорошо известны их электроизолирующие свойства.

Защита наружной поверхности стальных труб состоит из нескольких операций. Прежде всего поверхность труб очищают от загрязнений, ржавчины и окалины. Затем на нее наносят грунтовку для необходимого сцепления с защитным покрытием, потом несколько слоев стеклопластикового покрытия. Процесс заканчивается отверждением полимерного связующего. Нанесение стеклопластика на наружную поверхность труб осуществляется с помощью несложного станка спирально-перекрестным способом. На трубу наматывается тонкая стеклопластиковая лента с дополнительной подмазкой полимерным связующим. После отверждения связующего на поверхности

трубы образуется монолитная стеклопластиковая оболочка высокой механической прочности. Она плотно обжимает трубу и имеет достаточную адгезию к стали.

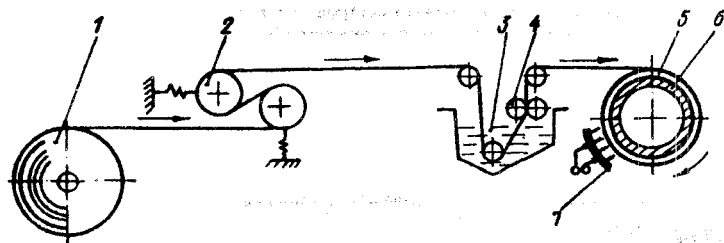


Рис.1 – Схема установки для нанесения защитного стеклопластикового покрытия на стальные трубы:

- 1 – рулон стеклотенты; 2 – натяжное устройство; 3 – ванна со связующим;  
4 – направляющие и отжимные ролики; 5 – стеклопластиковое покрытие;  
6 – изолируемая труба; 7 – теплое устройство

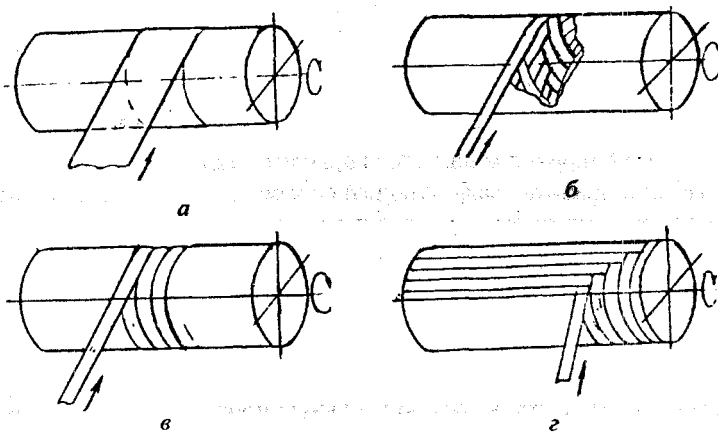


Рис.2. – Структуры армирования стеклопластика, получаемые методом намотки:  
а – прямая тканевая намотка; б – косое перекрестное армирование (КПА); в – армирование рядовой намоткой (РНА); г – продольно-поперечное армирование (ППА)

Для защиты внутренней поверхности труб разработан способ футеровки последних с помощью стеклопластиковых скорлуп, вводимых концентрическими слоями в стальную трубу. Заготовку стеклопластиковых скорлуп производили на намоточном станке путем намотки стеклопластиковой ленты перекрестным способом на трубу-оправку, диаметр которой был равен внутреннему диаметру изолируемой трубы. Перед намоткой трубу-оправку покрывали полиэтиленовым или

целлофановым разделительным слоем. Наматываемая стеклопластиковая труба имела толщину не более 1 мм. В качестве связующего при намотке использовали связующее на основе смолы ЭД-20.

После намотки и отверждения связующего в тепловой камере производили продольный сквозной пропил стеклопластиковой оболочки, которую затем снимали с трубы-оправки. Оболочка-скорлупа имела С-образную форму и за счет идеально упругих свойств стеклянного волокна сохраняла ее.

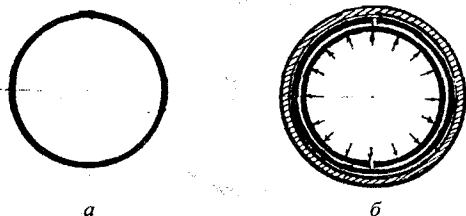


Рис.3 – Схема футеровки стальных труб упругими стеклопластиковыми скорлупами: а – скорлупа; б – футерованная труба

Заготовку стеклопластиковых оболочек-скорлуп осуществляли несколькими сериями, причем каждая скорлупа свободно входила в стальную изолируемую трубу и благодаря упругим свойствам и разрезу обладала пружинным эффектом, плотно прижимаясь к внутренней поверхности трубы.

Наружную поверхность скорлупы смазывали полимерным связующим. Количество вводимых скорлуп определяли, исходя из конкретных условий эксплуатации трубы. Обычно число вводимых в трубу скорлуп не превышало 4. При введении в трубу последующих скорлуп разрез смещали по отношению к предыдущему слою на  $180^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ .

Весь пакет скорлуп сжимался внутренним давлением. Для этого использовали два приема: гидравлический и механический. В первом случае в трубу вводили резиновый мешок с теплоносителем (вода). Давление повышали гидравлическим насосом. Во втором случае скорлупы прикатывали специальной роликовой штангой.

Еще одним примером разработанной нами конструкции является труба, стенка которой подкреплена стержнями продольной (стеклопластиковой или стальной) арматуры. Исследования показали, что с добавлением к трубе продольного подкрепления в виде стеклопластиковых или стальных арматурных стержней и наружной стеклопластиковой оболочки напряжения в трубопроводе перераспределяются, труба заметно разгружается, причем так, что большая часть внешней

нагрузки воспринимается продольными стержнями и стеклопластиковой оболочкой.

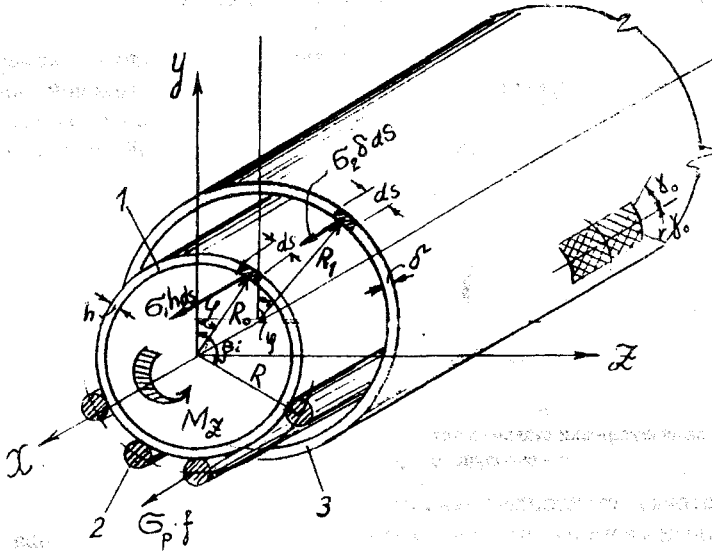


Рис.4 – Металлостеклопластиковая труба, работающая на внутреннее давление и поперечную нагрузку:

- 1 – стальной сердечник трубы; 2 – стальные подкрепляющие стержни;
- 3 – наружный стеклопластиковый перекрестно армированный слой

Если в трубопроводе без подкрепления и армированного покрытия напряжение в сечении равно

$$\sigma_o = \frac{M}{y_z^o} = \frac{MR}{J_z^o} \cos \varphi,$$

где  $J_z^o = \pi h R^3$ , то в подкрепленном трубопроводе напряжение в сечении при действии того же момента  $M$ , равного тому же значению, что и в предыдущем случае, будет

$$\bar{\sigma}_o = \frac{\sigma_o}{1 + \frac{E_{1,1} \delta}{Eh} + \frac{E_p f}{E \pi h R} \sum_{i=1}^m \cos^2 \beta_i}.$$

В этих формулах  $E_{1,1}$  – модуль упругости материала покрытия при его растяжении в продольном направлении;  $E$  – модуль упругости

материала трубы;  $E_p$  – модуль упругости продольного подкрепляющего стержня;  $\delta$  – толщина стенки покрытия;  $m$  – число прямых стержней;  $f$  – площадь сечения прямого подкрепляющего стержня.

Получено 26.06.2001

УДК 621.84

М.Л.РЯБЧИКОВ, Т.О.ОБОЛЕНЬСКА, кандидати техн. наук,  
О.А.МЕЛЬНИЧЕНКО, д-р техн. наук  
Українська інженерно-педагогічна академія, м.Харків

### **ЭФФЕКТ ЗВОРОТНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ АСИМЕТРИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК**

Запропоновано модель інженерних розрахунків деформацій оболонок при їх асиметричному навантаженні. Наведено приклади розрахунків реальних оболоноквих систем, показана їх різниця з традиційними методами.

Асиметричне навантаження циліндричних оболонок здійснюється у будівництві й машинобудуванні. Наприклад, при навантаженні так званих “плаваючих” валів зовнішнє навантаження має вигляд розподіленого за довжиною оболонки вала зусилля, під дією якого вал зазнає небажаних деформацій. Для усунення цього явища зсередини оболонки вала подається тиск  $p$  (рис.1).

Здається, що внутрішній тиск у змозі повністю усунути небажані деформації, але, як показує практика, це виходить далеко не завжди.

Теоретичні розрахунки ускладнюються тим, що внутрішні умови закріплення є досить складними, тобто граничні умови для внутрішнього навантаження відрізняються від відповідних умов для зовнішнього. На практиці вали

для обробки листових матеріалів не мають обпирань у вигляді кулькових підшипників, бо вони несуть досить великі навантаження. У цих конструкціях використовують роликові підшипники спеціальної конструкції, причому реальні розміри тіл кочення часто не співпадають з рекомендованими стандартними. Конструкції цих опор можуть впливати на граничні умови при деформуванні вала, іноді досить сильно.

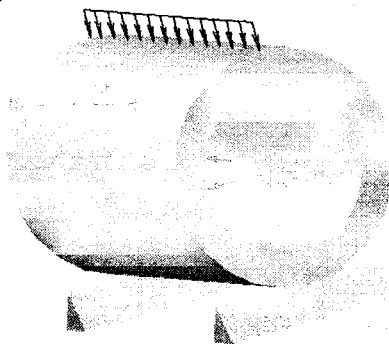


Рис.1 – Деформування оболонок