



## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

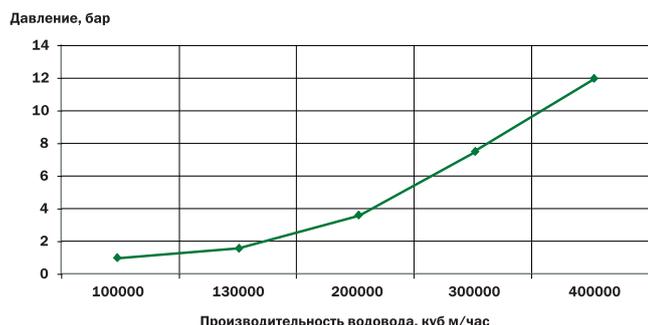
# ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ВОДОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

## ДЛЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Наталья Бисерова, Владислав Коврига

9 августа 2008 года при проведении выездного совещания по проблеме полимерных трубопроводов мэр Москвы Ю.М.Лужков запросил у специалистов Группы ПОЛИПЛАСТИК данные о возможности производства труб диаметром 4 метра на давление 6 или более атмосфер. В связи с тем, что на тот момент предприятие располагало технологией производства безнапорных труб такого диаметра,

**Рис. 1. Зависимость производительности водовода диаметром 4000 мм от рабочего давления**



было принято решение разработать технологию производства напорных трубопроводов диаметром до 4 м включительно. При определении технических требований учитывалась зависимость производительности водовода от рабочего давления, показанная на рис. 1.

С увеличением диаметра напорных труб из полимеров эффективность их применения в трубопроводных системах транспортирования жидкости и газов снижается по сравнению со стальными трубами. Для обеспечения заданного уровня давления, например 10 бар, труба из ПЭ 100 диаметром 1000 мм должна иметь толщину стенки 73,5 мм, а вес метра такой трубы составляет 214 кг. Такие трубы уже сравнимы по стоимости со стальными с аналогичными напорными характеристиками. Необходимо создавать системы трубопроводов, сочетающие в себе прочностные характеристики стальных труб с долговечностью и коррозионной стойкостью полимерных. Одним из решений этой задачи является применение армирования.



**Рис. 2. Установка намотки трубы**

Армирование полимерных материалов известно давно. В частности, широко распространены резиновые шланги высокого давления, пластмассовые армированные шланги, которые состоят как минимум из трёх слоёв – внутренней герметизирующей оболочки, силового каркаса и наружной защитной оболочки. Полимерные оболочки изготавливаются из различных полимеров в зависимости от назначения шланга (трубы). Силовой каркас – из непрерывных высокопрочных нитей или стальной проволоки. Наибольший диаметр трубы такой конструкции не превышает ДУ 300.

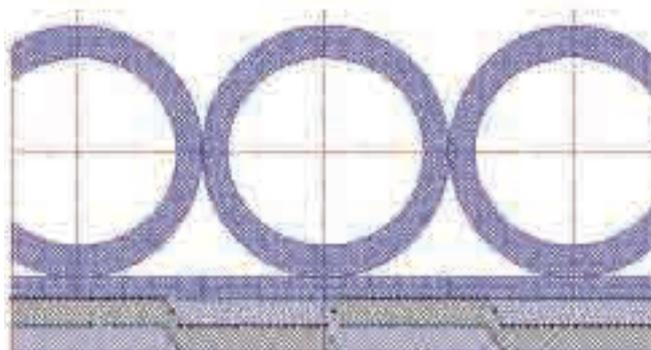
Широко распространено также армирование полимеров, например, мелкорубленным стекловолокном. Изделия из такого материала применяются в автомобильной промышленности. Фирма KRAH применила стеклонаполненный ПЭ для производства труб большого диаметра методом спиральной навивки экструдированной ленты. Преимущество такого способа производства, по мнению разработчиков, заключается в том, что при экструзии ленты рубленое волокно ориентируется в направлении экструзии, а так как намотка ленты происходит практически перпендикулярно оси трубы, возникает анизотропия прочностных свойств материала в продольном и поперечном направлении. Известно, что при нагружении трубы внутренним давлением среды радиальные напряжения в стенке вдвое больше осевых. Таким образом, положительная анизотропия

прочности материала в радиальном направлении позволяет увеличить напорные характеристики трубы до уровня, когда критической становится прочность материала в осевом направлении. Как бы мы дальше ни укрепляли (армировали) материал трубы в радиальном направлении, увеличить рабочее давление не удастся.

Для того, чтобы создать структуру, равнопрочную в продольном и радиальном направлениях, было принято решение армировать трубу сеткой из стекловолокна. Схема армирования была предложена НТЦ «Пластик».

В качестве базы для разработки технологии была выбрана технология производства безнапорных труб КОРСИС ПЛЮС. Данная технология настолько универсальна, что позволяет получить трубопроводы любого

**Рис. 3. Один вариант конструкции напорной трубы.**



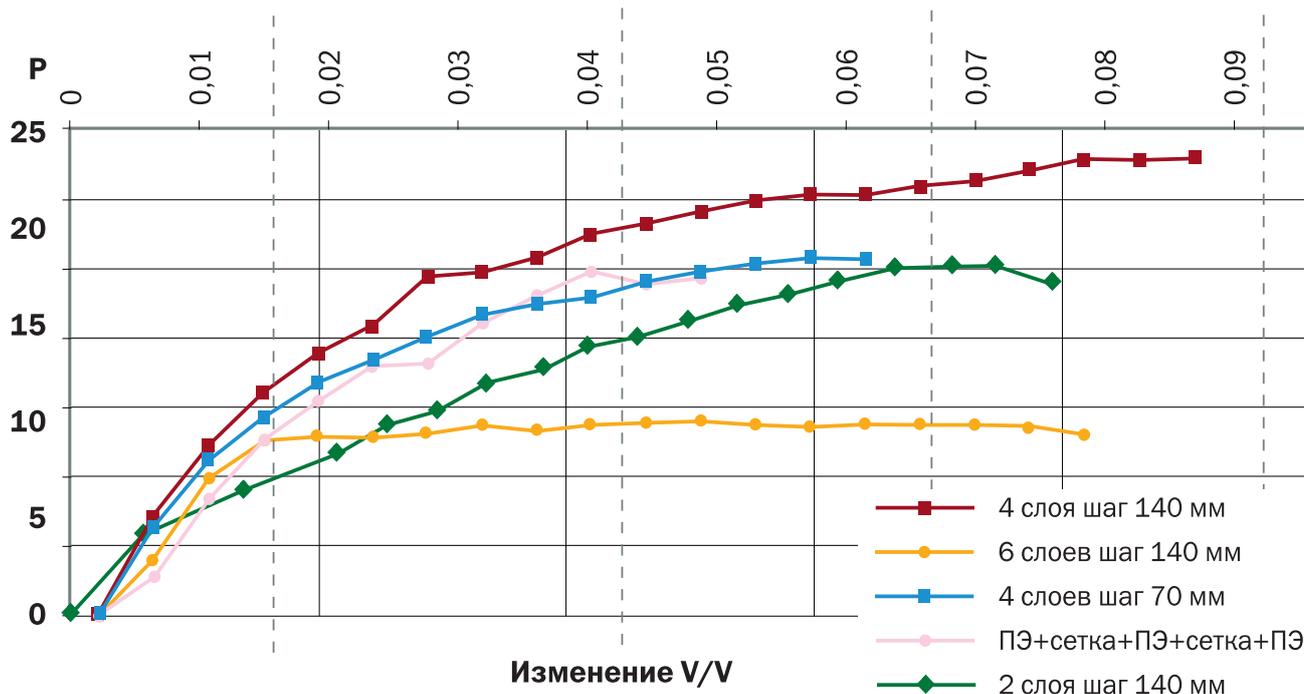


Рис. 4. График зависимости изменения объемов от давления

диаметра до 4 м с заданным уровнем кольцевой жёсткости и гибкости без существенной модернизации оборудования.

Для разработки технологического процесса на Климовском трубном заводе (Группа ПОЛИПЛАСТИК) была создана опытная установка производства армированных труб диаметром 630 мм, которая позволяла моделировать все технологические процессы производства труб большого диаметра (рис. 2).

Для производства таких труб использовался полиэтилен типа 100, позволяющий при минимальной толщине стенки обеспечивать поддержание высокого уровня рабочего давления. Используемая марка предназначена для производства труб питьевого водоснабжения и имеет соответствующий гигиенический сертификат. В качестве армирующей сетки использовались различные сетки из стекловолокна отечественного производства.

Один из вариантов профиля армированной трубы показан на рис. 3.

### Система оценки работоспособности армированных трубопроводов

Для оценки работоспособности использовались данные об изменении размеров трубы в зависимости от внутреннего давления. На рис. 4 приведена кривая изменения объёмов трубы в зависимости от давления, которая показывает, что система армирования обеспечивает достижение разрушающего давления до 23,3 бар. Это позволяет рассчитывать на то, что рабочее давление такой системы составит 6–8 бар.

Система оценки качества была использована для отработки основных параметров технологии. Были опробованы варианты одно- и двухслойного армирования, способ армирования типа слоевой системы

(ПЭ – сетка – ПЭ – сетка – ПЭ). Испытания показали, что наилучшие результаты обеспечивает слоевая конструкция, причём укладку сетки необходимо производить таким образом, чтобы армирующие слои и полиэтиленовая труба работали как монолитная система.

Таким образом, удалось сформировать основные перспективные технологические решения для производства напорных труб диаметром 2 и 4 м. На основании проведённых экспериментов подготовлен технологический процесс и оборудование для производства напорных труб диаметром 2 и 4 м, при этом на предприятии уже сейчас имеется техническая возможность изготовления напорных труб диаметром 2 м и разработаны технические решения, позволяющие получать напорные трубы диаметром до 4 м при проведении определенной модернизации оборудования.

Таким образом:

1) Разработаны основные положения технологии производства армированных труб типа КОРСИС ПЛЮС большого диаметра, которые позволяют изготавливать трубы на необходимое давление.

2) Данные, полученные на опытной установке на трубах диаметром 630 мм, позволяют достаточно точно моделировать конструкции труб больших диаметров – до 4 м.

3) Разработка технологии изготовления армированных труб типа КОРСИС ПЛЮС обеспечивает значительные экономические преимущества, а именно существенное снижение веса труб и, соответственно, уменьшение их себестоимости по сравнению с трубами без армирования.

4) Технология производства армированных труб позволяет получить конструкцию трубы с заданной кольцевой жёсткостью и гибкостью для труб диаметром до 4 м.