

ЛИТЕРАТУРА

1. Карчмарский, К. Fashion Tech. Рождение новой индустрии или трансформация старой? <http://www.forbes.ru/profile/342539-konstantin-karchmarskiy>
2. Кузьмичев, В.Е. Бодисканеры и одежда: новые технологии проектирования одежды (монография). - Саарбрюкен, LAMBERT Academic Publishing (Германия), 2012, 546 с.
3. Петросова И.А. Разработка методологии проектирования внешней формы одежды на основе трехмерного сканирования: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.19.04. – Москва, МГУДТ, 2014. — 522 с.
4. Сеницкий, И.А. Моделирование мягких тканей виртуального манекена для проектирования корсетных изделий и белья / И.А. Сеницкий, Д.А. Васильев, А.Е.Горелова, Н.Л. Корнилова // Программные продукты и системы. - 2015. - 1 (109). - С. 167-172.
5. Кузьмичев, В.Е. Исследование компрессионной способности трикотажных материалов / В.Е.Кузьмичев, И.В.Тисленко, Чен Ч., Д.С.Адольф // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18, № 20. - С.179-181.
6. www.human-solutions.com
7. Григорьева, З.Р. Разработка способа учета свойств материалов в автоматизированном процессе проектирования одежды / З. Р.Григорьева, А.Е.Горелова, Н. Л.Корнилова // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. - 2016. - 3 (33). - С. 55-59.
8. Янь, Ц. Инструменты для формообразования одежды свободной формы в виртуальном проектировании / Цзяци Янь, В.Е.Кузьмичев: Информационная среда вуза: материалы XXII международной науч.-техн. конф.23-25 ноября 2016. ИВГПУ, Иваново, с. 192-195.
9. Программа для ЭВМ для сшивания деталей при виртуальных примерках одежды, № 2016662782 от 22.11.2016 / Ван Сяоган, В.Е.Кузьмичев, Ли Юэ.
10. Го Мэнна. Разработка технологии виртуального проектирования одежды с элементами симуляции комфортности: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.19.04. - Иваново, ИВГПУ, 2015. - 215 с.
11. <http://www.uniqlo.com>

УДК 677.024

МОБИЛЬНЫЕ ПЛОСКОСВОРАЧИВАЕМЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ: РАСЧЁТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ОСВОЕНИЕ НОВОГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ

MOBILE LAY-FLAT PIPELINE SYSTEM: RATIONAL DESIGN, DEVELOPMENT OF A NEW DOMESTIC MANUFACTURING INDUSTRY

Б.А. Бахарев¹, С.Г. Степанов²
B.A. Bakharev¹, S.G. Stepanov²

¹ООО «Балтикфлекс» (мобильные трубопроводные системы) (Санкт-Петербург)

²Ивановский государственный политехнический университет

¹Baltflex LLC (mobile pipeline systems) (St. Petersburg)

²Ivanovo State Polytechnic University (Ivanovo)

E-mail: bakharev@balticflex.ru; step-sg@mail.ru

Рассмотрены применение, устройство, преимущества, перспективы развития, новое научное направление в области расчета и проектирования мобильных трубопроводных систем на базе гибких плоскосворачиваемых рукавов из термопластичного полиуретана.

Ключевые слова: мобильные трубопроводные системы, гибкие плоскосворачиваемые рукава, устройство, преимущества, перспективы развития, научное направление в области расчета и проектирования.

The application, device, advantages, development prospects, a new scientific direction in the calculation and designing of flexible pipeline system based on thermoplastic polyurethane lay-flat hoses.

Keywords: flexible pipeline system, lay-flat hoses, device, advantages, development prospects, scientific direction in the field of calculation and design.

Мобильные трубопроводные системы (МТС) российского производителя ООО «Балтикфлекс» это комплекс из гибких плоскостворачиваемых рукавов (ГПР) на основе тканых армирующих каркасов с нанесенными на них внутренними и наружными слоями термопластичного полиуретана (ТПУ), а также деталей соединений и устройств свертывания, развертывания и хранения. Ключевым компонентом МТС, обеспечивающим широкий спектр их применения, являются рукава из термопластичного полиуретана (ТПУ). МТС нашли применение в качестве: временных водо - и нефтепроводов, нефтепродуктопроводов на нефтепромыслах и месторождениях; систем восстановления питьевого и хозяйственного водоснабжения, подачи и удаления воды в чрезвычайных ситуациях; бункеровки судов (использование для приема и передачи воды, нефти, нефтепродуктов, топлива, масла, химических грузов, льяльных и загрязненных вод между судами, в том числе на ходу, а также между судном и берегом); водоводов в золотодобывающей и горнодобывающей промышленности; легкомонтируемого пульпопровода, напорного водовода и др.

Одной из основных технологических операций по изготовлению ГПР является производимая на специальном оборудовании операция экструзии расплавленного ТПУ (около 200 °С) через предварительно изготовленный армирующий тканый каркас, в процессе которого заполняется пространство между нитями и образуется внутренний и наружный защитный слой из затвердевшего полиуретана. Армирующий каркас обеспечивает высокое рабочее давление трубопровода, а ТПУ обеспечивает износостойкость, маслобензостойкость, устойчивость к химическому, физическому, бактериальному воздействию, эрозии, гидролизу и ультрафиолетовому излучению. Помимо тканого армирующего каркаса, внутреннего и наружного слоев полиуретана в конструкцию ГПР входит антистатический провод. По своей структуре ГПР являются текстильными изделиями технического назначения, относящиеся к композиционным материалам.

Основным элементом ГПР является тканый армирующий каркас, который несет практически всю нагрузку, обусловленную давлением жидкости внутри ГПР, представляющий собой тканую бесшовную оболочку, производимую из синтетических нитей (полиэфирные, арамидные нити) на специальных круглоткацких станках.

Помимо наращивания производственных мощностей по выпуску ГПР важным этапом представляется развитие научно обоснованных методов расчета и рационального проектирования ГПР. Связано это с тем, что производство ГПР требует больших затрат исходных материалов – синтетических нитей (полиэфирных, дорогостоящих арамидных), ТПУ. Поэтому цена ошибки при проектировании ГПР велика. Для того, чтобы избежать перерасхода материалов, а, следовательно, и удорожания ГПР, исключить ошибки проектирования, приводящие к получению изделия не соответствующего техническим условиям, становится необходимой разработка научно обоснованной методики расчета и рационального проектирования ГПР.

Важной характеристикой прочности ГПР при действии внутреннего гидравлического давления находящейся в нем жидкости является разрывное давление, при котором ГПР разрушается. Величины разрывных давлений на все виды ГПР регламентируются техническими условиями.

В основу разработанной методики расчета и рационального проектирования ГПР положена полученная нами на основе нелинейной теории строения однослойных тканей зависимость разрывного внутреннего гидравлического давления в ГПР от разрывной нагрузки в уточной нити, геометрических плотностей и диаметров нитей, радиуса трубопровода, коэффициентов вертикального смятия нитей и других параметров тканого армирующего каркаса ГПР. Достоверность полученной зависимости подтверждена хорошим

совпадением расчетных значений разрывных давлений с имеющимися экспериментальными данными.

Разработанная методика позволяет выполнить важный этап производства новых ГПР, а именно рассчитать и спроектировать тканые армирующие каркасы рукавов, отвечающие требованиям техникой условий по разрывному давлению, и одновременно обеспечить минимальный расход материала при производстве изделия.

Остановимся кратко на преимуществах МТС, произведенных с использованием ГПР производства ООО «Балтикфлекс»:

- пригодны к работе в сложных погодных условиях, в соприкосновении с морской водой, в условиях интенсивного воздействия солнечной радиации, высоких и низких температур, выдерживают комплексные переменные напряжения;
- возможность использования в сейсмоопасных районах;
- при прокладывании трубопровода из плоскостворачиваемых рукавов не требуется пригрузов; трубопровод может быть уложен в болотистую местность, может пересекать естественные водные преграды (реки, озера); не требуется подготовительных и земляных работ;
- отсутствуют высокие риски разрушения трубопровода при эксплуатации в сыпучих грунтах, включая пылеватые пески (грунты пльвуны), так как трубопровод прокладывается наземно;
- высокий газовый фактор перекачиваемой жидкости не оказывает существенного влияния на прочность и долговечность;
- отсутствие напряженно-деформированного состояния в процессе эксплуатации; отсутствие холодоломкости; не требуется компенсаторов;
- трубопроводы обладают высокой устойчивостью к истиранию, разрыву и раздиру, эластичностью и устойчивостью к многократным изгибам, пониженной остаточной деформацией после продолжительного действия нагрузки, устойчивостью к маслам, жирам, кислотам;
- нет необходимости привлечения специализированных организаций и приобретения специального оборудования и материалов; обучение собственного персонала не требует его высокой квалификации;
- непрерывная длина до 200 м и небольшое количество соединений минимизируют риск протечек;
- быстрое развертывание и свертывание с привлечением минимального количества людей и техники – до 10 км/ч;
- занимают минимум места при транспортировке и хранении, остатки продукта автоматически удаляются при свертывании;
- производительность на 20-30% больше, чем у обычной трубы с равным внутренним диаметром.

Одним из преимуществ МТС по сравнению с традиционными трубопроводами из стальных труб является скорость развертывания. Так, скорость монтажа трубопроводов из стальных труб ручным методом одной бригадой составляет 3-5 км в сутки, в то время, как скорость монтажа одной бригадой МТС составляет 5-10 км в час.

МТС производства ООО «Балтикфлекс» изготавливаются диаметрами 50 - 400 мм, рассчитаны на рабочие давления 1 – 6,3 МПа, рабочие температуры эксплуатации от -60 до 80 °С.

Указанные выше преимущества МТС послужили причиной существенного увеличения их производства в мире в последние годы. В настоящее время строятся новые заводы по выпуску ГПР в Китае, США, Европе.

В ближайшее время на заводе «Балтикфлекс» в Санкт-Петербурге будет введено в эксплуатацию новое оборудование, что позволит производить еще более качественную продукцию для нужд различных отраслей промышленности РФ.