

УДК 691:620.197

**ПРИМЕНЕНИЕ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**APPLICATION OF CORROSIVE-STABILITY BUILDING MATERIALS
AT THE CARRY BUILDING CONSTRUCTIONS OF ROOFING
OF TEXTILE ENTERPRISES BUILDINGS**

С.В. ФЕДОСОВ, С.А. МАЛБИЕВ
S.V. FEDOSOV, S.A. MALBIJEV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: prezident@ivgpu.com

Рассматриваются большепролетные перекрестно-стержневые пространственные конструкции из поливинилхлоридных труб для покрытий.

Изготовлена и исследована модель фрагмента пространственной конструкции из 129 стержней и 37 узлов общим размером 2246×2080×425 мм весом всего 54 кг.

Large-span space cross-bar structures made of polyvinyl chloride pipes are described.

A model of a fragment of cross-bar space structure made of PVC-pipes is developed, manufactured and tested. The structure consists of 129 bars and 37 joints the top view dimensions are 2246×2080 mm thickness is 425 mm, weight is 54 kg.

Ключевые слова: пластмассовый стержень, ПВХ-труба, пространственная система, сварка, коррозия, текстильные предприятия, агрессивная среда.

Keywords: plastic rod, PVC-pipe, space group, welding, corrosion, textile enterprises, aggressive surrounding.

Здания и сооружения текстильных производств отличаются эксплуатацией в условиях воздействия повышенной химически

агрессивной среды. К ним относятся цеха по отбеливанию и окраске тканей, других технологических производств, а также

склады химических материалов и готовой продукции [3].

Защита несущих и ограждающих строительных конструкций от коррозионного воздействия регламентирована указаниями нормативно-технической документации [1...3].

В частности, в [3] предусмотрены технические средства защиты от коррозии бетонных, железобетонных, стальных, алюминиевых, деревянных, каменных и хризотилцементных (асбестоцементных) строительных конструкций при воздействии агрессивных сред с температурой от -50 до +50°C. Нормативный документ не распространяется на проектирование конструкций из специальных бетонов (полимербетонов, кислото-, жаростойких бетонов и т.п.).

Строительные конструкции из полимерных материалов не нуждаются в антикоррозионной защите, так как отличаются высокой стойкостью к химически агрессивным средам в сочетании с легкостью и значительной прочностью.

Полимером №1 в строительстве по объему применения, стоимостным показателям и физико-механическим свойствам считается поливинилхлорид (ПВХ) [6]. В настоящее время из этого материала изготавливают оконные и дверные блоки, трубы санитарно-технических систем, тепло- и звукоизоляционные, гидроизоляционные, кровельные материалы и др.

ПВХ в настоящее время является одним из самых распространенных полимерных материалов, ежегодный объем производства которого во всем мире составляет более 20 млн.т. Например, более 60% производимого в США ПВХ потребляется строительным сегментом, что обусловлено его приемлемой и стабильной стоимостью, а также высокими физико-механическими, эксплуатационными свойствами и широкими возможностями переработки материала.

ПВХ является одним из старейших пластиков. Впервые он был открыт в 1835 г. химиком Регнольдом. Начиная с 1912 г. проводились работы по техническому совершенствованию, а в 1931 г. на заводах концерна BASF (Германия) были получены

первые промышленные тонны этого пластика.

Основной причиной такого раннего начала производства ПВХ следует считать легкий доступ к исходному сырью. До конца 60-х годов полимер производился в Германии на базе собственного угля, извести и каменной соли. Из последней получают хлор, а из угля и извести – ацетилен.

В настоящее время ПВХ производят и из нефтепродуктов [6], [7]. Но 56% ПВХ, как и ранее, производится из соляной кислоты – продукта, получаемого из каменной соли, и 44% – из этилена, который получают методом парофазного крекирования с использованием нефти – одного из компонентов в составе нефти.

ПВХ обладает стойкостью к кислотам средней концентрации, щелочам, солям, низшим спиртам, бензину и маслам. Бензол, горючие смеси и различные растворители вызывают набухание материала.

ПВХ трудно воспламеним, однако горит в пламени, а вне его гаснет в связи с высоким содержанием хлора – 56% (у хлорированного ПВХ – 64%).

Недостатком обычного ПВХ является его низкая теплостойкость. Размягчение полимера (ПВХ относится к термопластам) начинается при температуре 65°C, причем уже при 40°C прочность его уменьшается вдвое. В вязкопластичном состоянии, при температуре около 130°C, ПВХ гнется и ему можно придать любую форму: куполообразную, волнистых листов, профильных изделий и т.д. Морозостойкость обычного ПВХ ограничивается 30°C ниже нуля. Материал хорошо сваривается, склеивается, обрабатывается (режется, сверлится, фрезеруется и т.д.) обычными инструментами по металлу.

Поливинилхлорид достаточно стоек к воде, хотя существует возможность миграции из него в воду мономера винилхлорида (ВХ), стабилизаторов и пластификаторов.

Пластмассы на основе ПВХ являются многокомпонентными системами, состоящими из смолы ПВХ, пластификаторов, стабилизаторов, красителей, наполнителей и других специальных добавок.

При правильном выборе пластификаторов улучшается морозостойкость, огнестойкость, влагостойкость и другие свойства пластмасс. Для этого чаще всего применяют эфиры фталевой, дикарбоновой и фосфорной кислот, полиэфирные добавки [11].

Для замедления процессов старения к полимеру добавляют стабилизаторы: силикат свинца, свинцовые белила, карбонат свинца, двухосновный фталат свинца, трехосновный сульфат цинка, стеарат кальция, оловоорганические соединения, мыла кадмия, натрия, цинка и др. [8]. Все эти соединения нелетучи, не имеют запаха.

В качестве наполнителей используются тальк, каолин, силикагель и др. [10], [11]. Неорганическими пигментами являются двуокись титана, сажа, редоксайд, органическими – пигмент голубой фталоцианиновый, бордо антрахиноновый и др.

Высокая прочность полимерных материалов при относительно низком объемном весе, стойкость к атмосферным воздействиям и химически агрессивным средам выгодно отличают их от традиционных строительных материалов. Однако значительным препятствием к широкому применению пластмасс в несущих строительных конструкциях является их относительно высокая деформативность даже при нормальных температурно-влажностных условиях. Полимерные материалы, имеющие прочность низколегированных сталей и примерно в 5 раз меньший, чем сталь, объемный вес, в то же время уступают стали по величине модуля упругости примерно в 10 раз, то есть в 10 раз слабее сопротивляются деформированию. Кроме того, вследствие ползучести деформации увеличиваются во времени и могут перейти в остаточные даже при сравнительно низких уровнях напряжений [9].

В связи с повышенной деформативностью пластмасс существовало мнение о нецелесообразности их применения в несущих конструкциях. Тем не менее, в различных странах мира несущие конструкции из полимерных материалов все же созданы. По сравнению с традиционными строительными материалами таких конструкций из пластмасс сравнительно немного, но само

их существование подтверждает возможность и целесообразность применения их не только в качестве отделочных и ограждающих, но и несущих конструкций [4], [5].

На рис. 1 показан общий вид перекрестно-стержневой конструкции покрытия ПСПК.

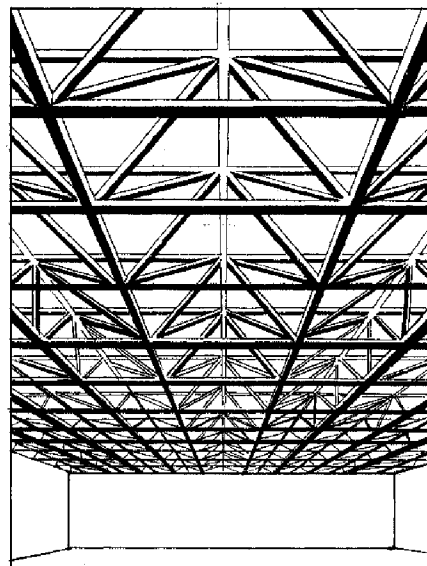


Рис. 1

Для снижения влияния деформативности пластмасс рекомендуется применять следующие основные два приема:

- повышение жесткости конструктивных элементов путем более рационального, чем в сплошных сечениях, распределения материала;
- придание конструкциям таких форм, в частности пространственных тонкостенных или стержневых, при которых исключаются или сводятся до минимума нежелательные изгибающие моменты и деформации.

До недавнего времени для несущих конструкций применялись полимерные материалы на основе полиэфирных, эпоксидных и фенольных смол, армированных стекловолокном, – стеклопластики. В менее ответственных элементах конструкций применялся жесткий ПВХ и светопрозрачные полиакрилопласты, а в качестве утеплителя – пенопласты полистирольные, полиуретановые и фенольные [6].

В настоящее время применяются армированные полимерные материалы на основе ПВХ и ПЭ, а также пластики на основе углеродных и других волокон, не только не уступающие металлическим конструкциям по прочности, но и превышающие их в десятки раз [9], [10].

Для несущих строительных конструкций из пластмасс, в частности стержневых, наиболее рациональной и эффективной формой конструктивных элементов является трубчатая. Трубчатые профили не только отличаются повышенной жесткостью по сравнению с равноценными по площади сплошными сечениями, но и выгодно отличаются от других профилей: они имеют одинаковый момент инерции во всех направлениях. По этой причине трубчатые элементы нашли применение в основном в башенно-стоечных сооружениях, где направление нагрузок, в частности ветровой, может резко изменяться [4], [6].

Можно предположить, что в будущем трубчатые элементы найдут применение не только в башенно-стоечных сооружениях (радиотелевизионных башнях, мачтах линий электропередач и т.д.), но и в каркасных пространственных конструкциях покрытий (призматических, складчатых, сводчатых, купольных, пластинчатых и др.) зданий и сооружений.

Фирма Entwurf Partner (г. Галлен, Швейцария) разработала систему сборно-разборных пространственных фахверковых несущих конструкций покрытий из легких трубчатых профилей, изготовленных из пластика. Соединение трубок между собой осуществляется специальными зажимами. Трубки могут иметь различную длину, отличаются ребристой поверхностью и поддаются окраске в разные цвета. Сборка такого каркаса покрытия производится без применения каких-либо инструментов. Покрытию можно придавать различную архитектурную форму. При небольшой массе конструкция покрытия характеризуется достаточной жесткостью и устойчивостью. Пространственный каркас покрытия размерами в плане 6×6 м, массой всего 35 кг, собирается за 15 мин. В разобранном состоя-

нии все элементы такого каркаса, уложенные на хранение или в автомашину, занимают объем 0,18 м³. Подобные конструкции рекомендуются для устройства покрытий ярмарочных павильонов, выставочных помещений и т.п.

Пространственные стержневые системы обеспечивают эффективное восприятие внешних воздействий окружающей среды единым комплексом всех элементов конструкций (от покрытия до фундаментов), что в итоге обуславливает расход материалов на 20...50% меньше обычного. При механизированном заводском изготовлении элементов снижение трудоемкости изготовления и монтажа пространственных конструкций обеспечивает экономию средств на современном уровне развития строительной техники до 15%. На рис. 2 показан фрагмент ПСПК из ПВХ-труб на сварке из 129 стержней и 37 узлов в полностью безметальном варианте.

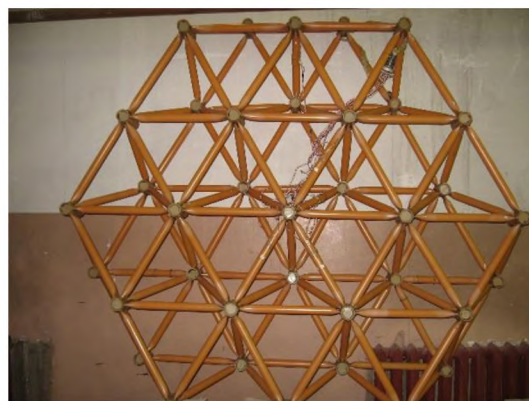


Рис. 2

Высокая сопротивляемость пластмасс разрушающему действию агрессивных сред кислот, щелочей, органических растворителей, нефтепродуктов, морской, минеральной и дистиллированной воды экономически оправдывает их применение даже в том случае, когда они значительно дороже традиционных материалов, требующих антикоррозионной защиты. Помимо прямого экономического эффекта применение полимеров позволяет дополнительно значительно снизить затраты времени и труда. Более низкая трудоемкость изготовления и переработки пластмасс в изделия

по сравнению с традиционными материалами обеспечивает снижение трудозатрат при использовании 2 т конструкционных термопластов, что равноценно высвобождению 1 работника [7].

Коррозия различных материалов во всех отраслях народного хозяйства, в том числе строительстве, наносит огромный ущерб. Специалистами установлено, что общие прямые убытки от коррозии в нашей стране составляют около 30 млрд. руб. и потерю черных металлов около 15 млн. т ежегодно. В эту сумму не входят затраты на обследование поврежденных коррозией материалов и конструкций, стоимость ремонтно-восстановительных работ, потери, связанные с вынужденным простоем производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ "О техническом регулировании".
2. Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
3. СП 28.13330. Защита строительных конструкций от коррозии.
4. Малбиев С.А. Опыт применения ПВХ-труб для пространственных стержневых конструкций покрытий в строительстве // Пластические массы. – 2007, № 1. С. 44...48.
5. Малбиев С.А. Конструкции из дерева и пластмасс. Легкие несущие и ограждающие конструкции покрытий из эффективных материалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД "Бастет", МГСУ, 2015.
6. Чалая Н.М. Производство продукции из ПВХ – реальность и перспективы (обзор материалов научно-практического семинара 22.11.2005 г. в Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова) // Пластические массы. – 2006, № 1. С. 4...7.
7. Костандов Л.Н. Пластмассы вчера, сегодня и завтра // Химия и жизнь. – 1979, № 4. С. 32...34.
8. Заиков Г.Е. Горение, деструкция и стабилизация полимеров. Научные основы и технологии. – СПб.: Профессия, 2008.
9. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. и др. Техни-

ческие свойства полимерных материалов. – СПб.: Профессия, 2003.

10. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниэлс Ч. Поливинилхлорид / Пер. с англ. / Под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007.

11. Цвайфель Х., Маер Р.Д., Шиллер М. Добавки к полимерам / Под ред. В.Б. Узденского, А.О. Григорова / Пер. 6-го англ. изд. (Plastics Additives Handbook) – СПб.: Профессия, 2010.

REFERENCES

1. Federal'nyj zakon ot 27.12.2002 g. №184-FZ "O tehničeskom regulirovanii".
2. Federal'nyj zakon ot 30.12.2009 g. №384-FZ "Tehničeskij reglament o bezopasnosti zdanij i sooruzhenij".
3. SP 28.13330. Zashhita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii.
4. Malbiev S.A. Opyt primenenija PVH-trub dlja prostranstvennyh sterzhnevyyh konstrukcij pokrytij v stroitel'stve // Plasticheskie massy. – 2007, № 1. S.44...48.
5. Malbiev S.A. Konstrukcii iz dereva i plastmass. Legkie nesushhie i ograzhdajushhie konstrukcii pokrytij iz jeffektivnyh materialov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: ID "Bastet", MGSU, 2015.
6. Chalaja N.M. Proizvodstvo produkcii iz PVH – real'nost' i perspektivy (obzor materialov nauchno-praktičeskogo seminaru 22.11.2005 g. v Moskovskoj gosudarstvennoj akademii tonkoj himičeskoj tehnologii im. M.V. Lomonosova) // Plasticheskie massy. – 2006, № 1. S. 4...7.
7. Kostandov L.N. Plastmassy včera, segodnja i zavtra // Himija i zhizn'. – 1979, № 4. S. 32...34.
8. Zaikov G.E. Gorenie, destrucija i stabilizacija polimerov. Nauchnye osnovy i tehnologii. – SPb.: Professija, 2008.
9. Kryzhanovskij V.K., Burlov V.V. i dr. Tehničeskie svojstva polimernyh materialov. – SPb.: Professija, 2003.
10. Uilki Ch., Sammers Dzh., Danijels Ch. Poli-vinilhlorid / Per. s angl. / Pod red. G.E. Zaikova. – SPb.: Professija, 2007.
11. Cvajfel' H., Maer R.D., Shiller M. Dobavki k polimeram / Pod red. V.B. Uzdenskogo, A.O. Grigorova / Per. 6-go ang. izd. (Plastics Additives Handbook) – SPb.: Professija, 2010.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 03.10.17.