

УДК 624.15.001

Вапничная В.В., к.т.н., доц., Рахнянский Д.Л. студ. гр. ОС-п41

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

## **КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В процессе строительства технически сложных подземных сооружений – метро, шахт, тоннелей необходимо применение максимально прочных, не подвергающихся коррозии материалов. Композитная стеклопластиковая арматура обладает всеми необходимыми механическим, техническими и антикоррозийными свойствами, благодаря которым она успешно используется для укрепления и возведения разного рода подземных сооружений.

Строительство подземных коммуникаций (к которым относятся канализация, водопровод, теплосети и пр.) представляет собой технически сложный процесс. Это, прежде всего, обусловлено повышенными требованиями к безопасности, особенностями эксплуатационных условий и характером применения этих сооружений.

Подземные коммуникации и сооружения постоянно подвергаются активному химическому воздействию агрессивных сред – постоянная влажность, грунт, подземные воды и т.п. При строительстве такого рода объектов необходимо учитывать конструкционные особенности эксплуатации этих сооружений, а также все аспекты безопасности их возведения. Один из важных аспектов современных требований к постройке подземных коммуникаций – это требования к срокам эксплуатации, которые напрямую зависят не только от качества проводимых работ, но и от качества применяемых материалов, стойких к коррозии.

В данное время в Украине широко не применяют композитную арматуру для строительства подземных сооружений гражданского типа. Но все же приоритет в развитии и во внедрении с новыми технологиям строительства остаётся. Несомненно, это материал будущего, и в первую очередь для объектов расположенных ниже нулевой отметки: фундаментов, подпорных стен, тоннелей метрополитена.

Для условий метро (высокая влажность воздуха, постоянные сильные вибрации и т.д.) использование такой арматуры – идеальный вариант. Композит отлично противостоит нагрузкам и коррозии, поэтому, даже в случае трещин в бетоне (из-за той же вибрации), проникая внутрь влага не повредит стеклопластиковую арматуру, а значит, конструкция не потеряет своей несущей способности. Кроме того, благодаря лёгкости и гибкости композитной и стеклопластиковой арматуры, с её помощью намного проще выполнять бетонные работы в стеснённых условиях метро. Арматура поставляется в

буктах по 50 м в каждой. Необходимая длина нарезается непосредственно на месте проведения работ. Это позволяет экономить на транспортных расходах.

К достоинствам данного материала можно отнести:

1. Стойкость к коррозии. Композитная стеклопластиковая арматура в бетонных конструкциях не поддаётся коррозии ни в щелочной среде бетона, ни под воздействием агрессивной среды химических реагентов, морской воды и продуктов жизнедеятельности.

2. Диэлектрические свойства стеклопластиковой арматуры делают её особенно ценной в армировании стен и перекрытий некоторых исследовательских комплексов. Применение стальной арматуры не рекомендуется в сооружениях, где экранирующие свойства металлического каркаса влияют на распространение электромагнитных волн, что вызывает значительные погрешности в измерениях. Особенно это критично в медицинских учреждениях, где размещаются комплексы магнитно-резонансной томографии.

3. Лёгкий материал. Композитная арматура во много раз легче стальной арматуры. А более высокая прочность в конструкциях, где арматура работает только на растяжение, позволяет разницу в весе увеличить до 2-х раз.

4. Стойкость к температурным перепадам. Полезным свойством стеклопластиковой арматуры является её невосприимчивость к сезонным явлениям и перепадам температур. Диапазон рабочих температур у стеклопластика от -70 до +100 °С.

Недостатки композитной арматуры:

1. Модуль упругости композитной арматуры почти в 4 раза ниже, чем у стальной даже при равном диаметре (другими словами она легко изгибается). По этой причине её можно применять в фундаментах, дорожных плитах и т.д., но применение в перекрытиях требует дополнительных расчётов.

2. При нагреве до температуры в 600 °С, компаунд, связывающий волокна арматуры, размягчается настолько, что арматура полностью теряет свою упругость. Для увеличения устойчивости конструкции к огню в случае пожара – требуется предпринимать дополнительные меры по теплозащите конструкций, в которых используется композитная арматура.

3. Композитную арматуру, в отличие от стальной, – невозможно сваривать электросваркой. Решение – установка на концы арматурных стержней стальных трубок (в заводских условиях) к которым уже можно будет применять электросварку.

4. Такой арматуре невозможно придать изгиб непосредственно на строительной площадке. Решение – изготовление арматурных стержней требуемой формы ещё на производстве по чертежам заказчика.

Проводилось множество исследований о работе композитной арматуры с бетоном и её свойствах. Как, например, экспериментальное исследование сцепления композитной арматуры с плоской навивкой с бетоном (рис. 1). Результат данного опыта был положительным, стеклопластиковая арматура с

плоской навивкой обеспечивает большее сцепление с бетоном, не только по сравнению со стальной арматурой, но и аналогичной СПА с одинарной или двойной навивкой.

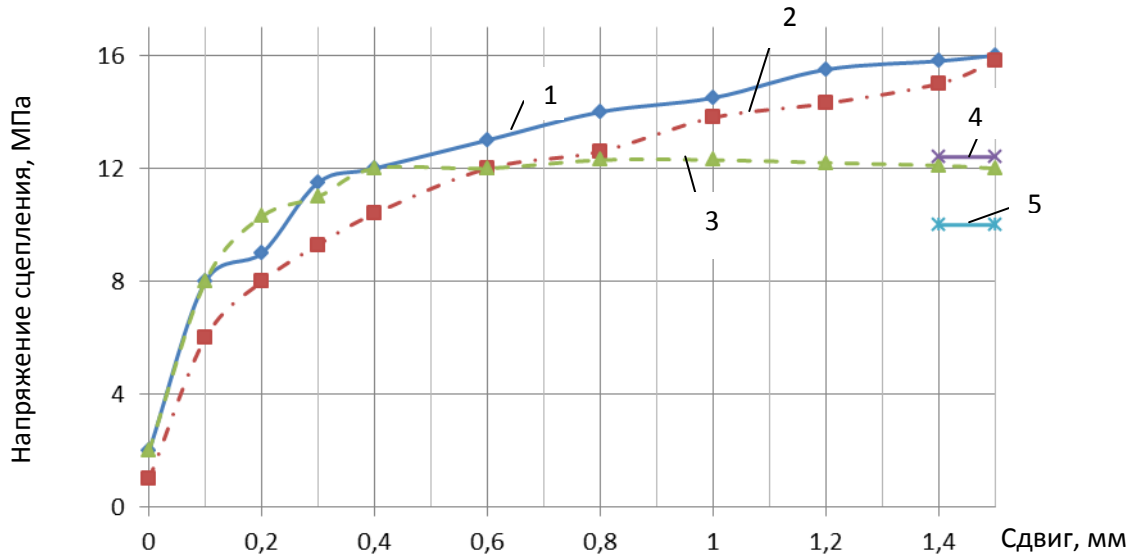


Рис. 1 Диаграмма сцепления СПА с плоской навивкой с бетоном класса В35 в сравнении со стальной арматурой и стеклопластиковой арматурой с искусственными неровностями: 1- СПА 12 – с плоской навивкой стекловолокном, 2 – СПА 12 по данным [3], 3 – стальная арматура диаметром 12 мм [3], 4, 5 – уровень максимальных касательных напряжений сцепления СПВ – 8 соответственно с двойной и одинарной навивкой стекловолокном

Для ознакомления приводится табл. 1

Таблица 1

Результаты испытаний образцов из стеклопластиковой арматуры с плоской навивкой на растяжение [2]

Номер профиля	Предел прочности при растяжении, МПа		Относительная деформация при разрыве, %		Модуль упругости при растяжении, МПа	
	по ТУ	фактическое значение	по ТУ	фактическое значение	по ТУ	фактическое значение
6	Не менее 1000	1200	Не более 5,6	2,3	Не менее 50 000	55 800
8		1160		2,5		54 600
10		1130		2,6		54 500
12		1125		2,9		54 200

Преимущества применения стеклопластиковой арматуры в области подземного строительства бесспорны. И это было с успехом доказано ведущими мировыми институтами Канады, США, Австралии, Японии, Германии, где стеклопластиковая арматура уже более 20 лет активно используется. Целые комплексы испытаний композитных строительных материалов, проведённые этими авторитетными институтами, позволили прийти к заключению об эффективности и целесообразности применения стеклопластиковой продукции в подземном строительстве. Ассортимент композитных строительных материалов с каждым днём расширяется, и благодаря своим преимуществам зачастую заменяет традиционные металлические элементы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://polyarm.ru/armatura-kompozitnaya/oblasti-primeneniya/stroitelstvo-podzemnyh-kommunikacij-shaht-metro-tonneley>
2. Бенин А.В. Экспериментальные исследование сцепления композитной арматуры с плоской набивкой с бетоном / А.В. Бенин, С.Г. Семенов // Издательство ПГС. Журнал промышленное и гражданское строительство. – №9 – 2013. – С.74– 76.
3. Experimental study of bond behavior between concrete and FRP bars using a pull-out test / M. Baena, L. Torres, A. Turon, C. Barris. Composites. Part B. 40, 2009. P. 784-797.