

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ф.М. Турбо,  
доцент кафедры  
Физ  
технология и  
эксплуатации дорог  
БТМА*

*И.И. Некобид,  
профессор,  
кафедра  
Строительства и  
эксплуатации дорог  
БТМЗ БТМА*

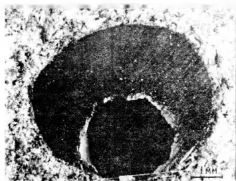
Современное развитие науки и техники выявило необходимость разработки и применения долговечных материалов и конструкций, работающих при повышенных механических нагрузках, в условиях давления жидкостей, газов и других специфических воздействий, т.е. в тех случаях, когда традиционный бетон и железобетон, в силу ряда причин, не может успешно эксплуатироваться. К таким материалам можно отнести бетонополимеры, разработка технологии которых проводится в различных странах мира.

Бетонополимеры бетоны, поры которых специальной обработкой (пропиткой) заполнены полимерным составом. Известны два способа получения бетонополимера – гамма-радиационный и термokatалитический. Последний, как наиболее простой способ, получил наибольшее распространение. Технология получения бетонополимера по термokatалитическому способу включает: формование бетонного изделия повышенной плотности, сушку по специальному режиму с максимальной температурой до 120–180°C, пропитку охлажденных изделий смесью метилметакрилата с отвердителем, полимеризацию в теплопередающей жидкости при температуре 80–85°C. Такая модифицирующая обработка обеспечивает значительное улучшение физико-технических характеристик бетона, приближая, а зачастую и превышая по ряду показателей характеристики природного камня, других строительных материалов. Прочность бетонополимера на сжатие может достигать 2000 кгс/см<sup>2</sup> и более, водонепроницаемость и газопроницаемость уменьшаются (по сравнению с бетоном) в десятки раз, значительно возрастает абразивная стойкость, морозостойкость и стойкость к различным агрессивным средам.

Материал приобретает свойства дизель-трика. Это делает бетонополимер перспективным материалом при строительстве морских, речных и других инженерных сооружений, таких как порты, суда, мосты, обделка тоннелей, трубы, опоры и т.д. В условиях агрессивных сред эти сооружения отличаются высокой прочностью, долговечностью, экономической выгодностью. Вместе с тем они обладают высокой технологичностью, имеют требуемые электроизоляционные и декоративные качества.

Формирование структуры бетонополимера происходит на ряде стадий, в основном, в два этапа. Первый этап – формирование структуры бетона, как минеральной матрицы (первичная структура). Второй этап – формирование в поровом пространстве бетона структуры органической составляющей бетонополимера (вторичная структура). Первичная структура бетонополимера характеризуется наличием разветвленной системы пор различных размеров и форм. К ним можно отнести поры новообразований цементного камня, капилляры, неплотности на контакте цементный камень – заполнитель, условно замкнутые поры вовлеченного воздуха или газа, а также различные микро- и макротрещины. Вторичная структура формируется в поровом пространстве бетона и как бы копирует ее. Практика показывает, что полное заполнение пор бетона полимером не достигается. По данным ряда исследователей максимальная степень пропитки – 70%. Имеется ограничение в полном «зазачивании» или ликвидации сообщающихся пор как минимальной величины, вызванное размерами молекул пропиточного состава, так и крупных пор. Последнее связано с нарушением сплошности от температурных и усадочных деформаций или от испарения пропиточного состава на стадии полимеризации. На основании анализа изотерм сорбции и десорбции

Рис. 1.  
Характер заполнения  
"пор укладки" бетона  
полимером



водяного пара бетона, не пропитанного и пропитанного полиметилметакрилатом установлено, что при пропитке бетона поры радиусом ориентировочно от 50 до 12000 Å практически полностью заполняются полимером. Заполнение условно замкнутых (сферических) включений при пропитке с вакуумированием порового пространства происходит либо практически полностью (рис. 1), либо тонкой пленкой по поверхности поры. Последнее наблюдается при пропитке бетонов повышенной плотности, например прессованных. Пропитка бетона полимером улучшает сцепление между заполнителем и цементным камнем, однако, в ряде случаев, отмечается некачественное «задевание» зоны контакта с круп-

ным заполнителем, наблюдаемое визуально при изучении разломов бетонополимера (рис. 2). Это снижает механическую и электрическую прочность полученного материала, ухудшает показатели его водо- и газонепроницаемости.

Отверждение пропиточного состава в бетоне происходит в условиях значительного воздействия силового слоя поверхности пор. Это приводит к формированию полимера с аномальной структурой и физико-механическими свойствами. По нашим данным и результатам работы других исследователей отмечено получение полимера ориентированной структуры, характеризующейся повышенной жесткостью и, следовательно, лучшей армирующей способностью.

Пропитка изделий по термокаталитическому способу осуществляется, как правило, при пониженных (иногда до 0°C) температурах. После чего, для отверждения пропиточного состава, они погружаются в жидкость (вода, петролатум, глицерин и др.) с повышенной температурой (до 80–85°C). Поэтому изделия воспринимают напряжения, вызванные значительным перепадом температуры и разными коэффициентами температурного расши-

Рис. 2.  
Характер разрушения  
образцов  
бетонополимера:  
а) мелкозернистого;  
б) крупнозернистого.

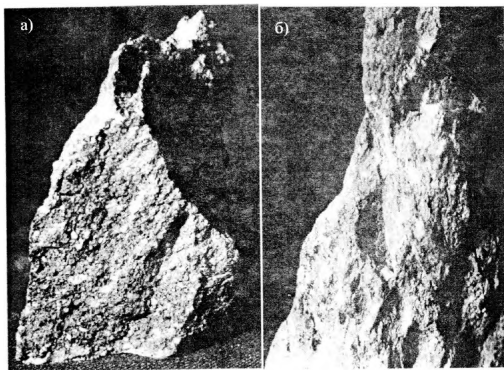
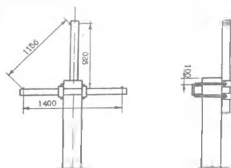


Рис. 3.  
Схема оголовка опоры  
ВЛ-10 кВ с  
траверсами из  
электроизолирующего бетонополимера



рения составляющих. При пропитке мелкоразмерных изделий такие напряжения несущественны, однако в случае получения более крупных конструкций и сооружений это может привести к образованию трещин.

Хорошие прочностные и электроизолирующие характеристики бетонополимера позволили разработать универсальные электроизолирующие конструкции для линий электропередачи напряжением от 10 до 110 кВ. В Батумской электросети (Грузия) на побережье Черного моря с 1979 г. эксплуатируется участок линии электропередачи напряжением 10 кВ с траверсами из электроизолирующего бетонополимера (рис.3). В Республике Беларусь в районе расположения Солигорских калийных комбинатов, характеризующимся солевыми загрязнениями атмосферы с 1984 г. эксплуатируется участок ВЛ 110 кВ с аналогичными электроизолирующими траверсами (рис.4). Изделия из бетонополимера успешно эксплуатируются на других объектах строительства, в частности: бордюрный камень, трубы, тротуарная плитка, лотки опреснительных установок, другие конструкции.

Рис. 4.  
Участок линии  
электропередачи  
напряжением 110 кВ с  
электроизолирующими  
траверсами



Проведенные исследования и анализ практики использования бетонополимера на различных объектах строительства дают возможность предполагать возможность эффективного использования его в морских сооружениях. Вместе с тем, ограничительной особенностью существующей технологии изготовления бетонополимера, как отмечалось выше, является мелкоразмерность получаемых изделий, ограниченная, в частности, размерами пропиточных камер. Поэтому в настоящее время проводятся исследования, направленные на разработку технологии пропитки крупногабаритных изделий и конструкций. Получение крупногабаритных и массивных изделий и сооружений из бетонополимера открывает большую перспективу для строительства долговременных морских и речных сооружений.