

дают и с поляризационными кривыми, сформированной без воздействия УЗК. При низкой частоте (1 Гц) тока поляризационные характеристики $i(E_{max})$ также совпадают при амплитудной плотности тока до 5 А/дм^2 , а характеристики $i(E_{min})$ – при всех значениях плотности тока (рис. 2а). Далее с ростом интенсивности УЗК площадка предельного тока уменьшается, форма КПК постепенно сглаживается.

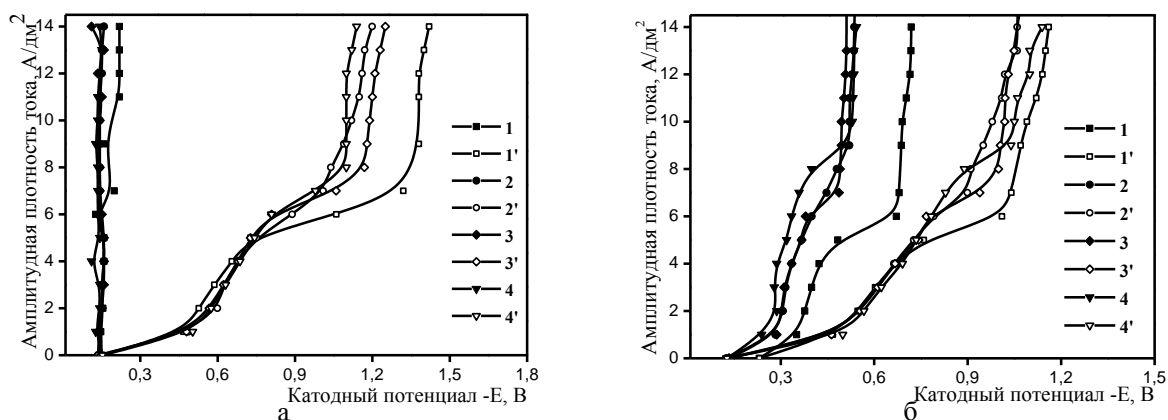


Рисунок 2 – Влияние ультразвуковых колебаний на КПК при электроосаждении сплава олово-висмут импульсным током (а – $f=1 \text{ Гц}$, $q=2$; б – $f=1000 \text{ Гц}$, $q=2$):
 1 – без УЗК, $i(E_{min})$; 1' – $i(E_{max})$; 2 – УЗК $I=0,58 \text{ Вт/см}^2$, $i(E_{min})$; 2' – $i(E_{max})$;
 3 – УЗК $I=0,90 \text{ Вт/см}^2$, $i(E_{min})$; 3' – $i(E_{max})$; 4 – УЗК $I=2,10 \text{ Вт/см}^2$, $i(E_{min})$; 4' – $i(E_{max})$

Установлена взаимосвязь между условиями и характером катодной поляризации процесса электроосаждения сплава олово-висмут, которая имеет существенное значение для практики электролитического осаждения паяемых покрытий. Показано, что импульсный электролиз совместно с ультразвуковыми колебаниями не изменяет механизм разряда ионов олова и висмута в сернокислом электролите, однако абсолютное значение скоростей электродных реакций при импульсном электролизе выше, чем при стационарном режиме. Анализ КПК демонстрирует, что область катодных плотностей тока в импульсе, при которых покрытия сплавом олово-висмут получают хорошего качества, составляет: при скважности $q=2 - i_k=1 \dots 5 \text{ А/дм}^2$ (при более высокой скважности – до 10 А/дм^2), с использованием УЗК – $i_k=1 \dots 8 \text{ А/дм}^2$. Использование полученных экспериментальных результатов позволяет обоснованно выбрать оптимальный режим получения покрытий сплавом олово-висмут, а также многослойных покрытий с заданными эксплуатационными свойствами.

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ БЕТОНОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТ

Бондаренко С.Н. канд.хим.наук, доцент, Васильева Е.И., аспирант
 Белорусский национальный технический университет
 E-mail: Kukaburo1@mail.ru

Abstract. *Recycled asphalt pavement (RAP) is the removed and reprocessed pavement material containing asphalt and aggregate. The use of RAP in asphalt pavement has become a common practice. Little research has been done to examine the potential of incorporating RAP into concrete. Since RAP contains asphalt, it is very likely that the toughness of concrete made with RAP could be improved. In the present study, the mechanical properties of RAP incorporated Portland cement concrete were investigated through laboratory experiments. The results from this study indicated that RAP could be incorporated into Portland cement concrete without*

any modification to the conventional equipment or procedures. Without any treatment, there was a systematic reduction in the compressive and split tensile strengths with the incorporation RAP in concrete. Notably, the energy absorbing toughness for the RAP incorporated concrete has been significantly improved.

Материалы

В качестве мелкого заполнителя был использован природный песок с модулем крупности 2,45 по ГОСТ 8736-93, вяжущее – портландцемент со средней плотностью 3150 кг/м³ по ГОСТ 10178-85, крупный заполнитель контрольной смеси – щебень доломитовый фракций 5-10 и 10-20 мм по ГОСТ 8267-93.

Асфальтогранулят для испытаний был получен в лабораторных условиях. Количество битума рассчитывалось таким образом, чтобы пленка вяжущего вокруг заполнителя составляла 10-20 нм. Затем материал подвергался термообработке в печи с вытяжкой до смешивания с «асфальтовым раствором» в лабораторной механической мешалке. После смешивания искусственный асфальтогранулят подвергали старению в течение 12 часов при температуре 120 °С. Изготовленный асфальтогранулят просеивали через сито №4 (4,75 мм). Остаток на сите использовали как крупный заполнитель, все, что прошло сквозь сито – как мелкий.

Для исследований было изготовлено четыре типа бетонных смесей: с крупным заполнителем из асфальтогранулята (смесь №1), с мелким заполнителем из асфальтогранулята (смесь №2), с крупным и мелким заполнителем из асфальтогранулята (смесь №3) и контрольная, с крупным заполнителем из щебня и мелким из песка (смесь №4).

Методика испытания

Для оценки прочности на сжатие бетона использовались цилиндрические образцы Ø100×200 мм. Для определения прочности на раскалывание при растяжении использовались круглые образцы диаметром 100 мм и толщиной 50 мм. Образцы для определения прочности на раскалывание при растяжении были изготовлены путем распиливания цилиндрического образца на 5 пластин, верхнюю и нижнюю пластины не испытывали. Оставшиеся три средние пластины были использованы для определения прочности на раскалывание при растяжении. Испытания проводились на образцах в возрасте 3,7 и 28 суток при температуре 25°С.

Свойства бетона

Значения пористости бетонов, содержащих асфальтогранулят близки к значениям пористости образца контрольного замеса. Подвижность бетонных смесей только с крупным или только с мелким заполнителем из асфальтогранулята оказалась ниже, чем у контрольной смеси. Причиной этого могла стать высокая вязкость битумного вяжущего. Подвижность бетонной смеси с крупным и мелким заполнителем из асфальтогранулята была выше, чем у контрольной смеси. Это могло быть вызвано тем, что крупный и мелкий заполнитель из асфальтогранулята покрыт пленкой вяжущего, которая препятствовала поглощению воды заполнителем. Испытания по определению пористости и подвижности показали, что бетон, изготовленный из асфальтогранулята, может быть перемешан, уложен и уплотнен с помощью того же оборудования и технологий, что и обычный бетон.

Прочность на сжатие

Результаты испытаний показали систематическое снижение прочности на сжатие бетонов на основе асфальтогранулята по сравнению с контрольными образцами. Бетон, содержащий как крупный, так и мелкий заполнитель из асфальтогранулята, показал наибольшее снижение прочности. Прочность бетона только с крупным заполнителем снизилась меньше всего. В возрасте 28 суток прочность образцов на основе бетонных смесей №1, №2 и №3 составила 58,7%, 50% и 27,6% от прочности контрольного образца соответственно.

Снижение прочности объясняется тем, что пленка вяжущего вокруг частиц заполнителя более вязкая, чем матрица бетона и заполнителя. Наличие вязкого асфальтового вяжущего может привести к росту концентрации напряжений и вызвать микротрещины в матрице бетона. Другой причиной может быть слабая связь между пленкой вяжущего и бетонной матрицей/заполнителем. Исходя из этих причин снижения прочности, можно предложить несколько способов для уменьшения потери прочности из-за включения асфальтогранулята, таких как повышение прочности и модуля упругости асфальтобетона, улучшение сцепления между вяжущим и заполнителем путем изменения их поверхности стыка.

Прочность на раскалывание при растяжении

Снижение прочности на раскалывание при растяжении образцов аналогично снижению прочности на сжатие. Тем не менее, темпы снижения прочности на раскалывание при растяжении были значительно ниже, чем для прочности на сжатие. В возрасте 28 суток прочность на раскалывание при растяжении образцов на основе смесей №1, №2 и №3 составила 95,3%, 79,1% и 49,5% от прочности контрольного образца соответственно. Прочность на раскалывание при растяжении образца на основе смеси №1 была близка к прочности контрольного замеса.

Выводы

Основываясь на результатах исследования можно сделать следующие выводы:

Обычные технологии и оборудование применимы для перемешивания, укладки и ухода за бетонными смесями, включающими асфальтогранулят в качестве крупного и/или мелкого заполнителя;

В результате проведенных исследований было установлено, что бетон, включающий асфальтогранулят, показывает систематическое снижение как прочности на сжатие, так и прочности на раскалывание при растяжении;

В ходе испытаний была установлена следующая зависимость: чем выше содержание асфальтогранулята в бетоне, тем меньше прочность и выше жесткость;

На основе проведенных исследований было установлено, что бетон, содержащий только крупный заполнитель из асфальтогранулята, показывает умеренное снижение прочности и значительное увеличение вязкости. Из этого следует, что, использовать асфальтогранулят в бетон рациональнее частично вместо крупного природного заполнителя.

УДК 502.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКОВЫХ БУТЫЛОК В КАЧЕСТВЕ ВТОРСЫРЬЯ

Володько Е.Г., научный руководитель Готовцева Е.А.

Белорусский национальный технический университет

E-mail: lizavolodko@mail.ru, fmmmp_gotovceva@mail.ru

Abstract: *To date, the actual use is recycled from plastic bottles and plastic products. In the work provides examples of processing in the United States, Russia and Belarus. Made proposals to improve the recycling of plastic bottles in Belarus.*

На сегодняшний момент актуальным является использование вторсырья из пластиковых бутылок и изделий из пластмассы.

В торговых сетях предлагается большое количество товара в пластиковой таре и изделий из пластика. Дешевая тара и пластик вполне может дружить с экологией, так как допускают многократную переработку, но, к сожалению, производителю выгоднее перерабатывать нефть, чем собирать мусор. В то же время технология переработки пластика