

и, кроме того, $S_1(1) \approx 0,9019$, используя (2).

Тогда для любого $\xi > 1$ имеем:

$$\ln \sqrt{\xi^2 + 1} + S_1(1) - \ln \sqrt{2} < S_1(\xi) < \ln \sqrt[4]{\xi^6 + 3\xi^4} + S_1(1) - \ln \sqrt[4]{4}. \quad (4)$$

Учитывая, что $\ln \sqrt[4]{\xi^6 + 3\xi^4} < \ln \sqrt{\xi^2 + 1}$, получим

$$\ln \sqrt{\xi^2 + 1} + S_1(1) - \ln \sqrt{2} < S_1(\xi) < \ln \sqrt{\xi^2 + 1} + S_1(1) - \ln \sqrt[4]{4},$$

что позволяет вычислять значения функции $S_1(\xi)$ с точностью не большей чем

$$\ln \sqrt{2} - \ln \sqrt[4]{4} = \ln \sqrt[4]{2} \approx 0,1155.$$

Выводы

В работе предложено теоретическое обоснование приближения математического ожидания одного из одномерных распределений вероятностей многолетних колебаний речного стока, широко используемого в практике гидрологии.

Анализ методики получения неравенств (3), (4) позволяет получить приближение решения рассматриваемой модели с помощью исследования его производных более высоких порядков.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Найденов, В.И. Нелинейные модели колебаний речного стока / В.И. Найденов, В.И. Швейкина // Водные ресурсы. – М., 2002. – Том 29, № 1. – С. 62-67.
2. Волчек, А.А. Сравнительная оценка марковских и нелинейных моделей годового стока рек Беларуси / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Вестник БрГТУ. – Брест, 2006. – № 5: Физика, математика, информатика. – С. 56-60.
3. Волчек, А.А. О решении одной стохастической модели многолетних колебаний речного стока / А.А. Волчек, И.И. Гладкий, Л.П. Махнист, С.И. Парфомук // Вестник БрГТУ. – Брест, 2008. – № 5: Физика, математика, информатика. – С. 84-87.
4. Волчек, А.А. О сходимости решения одной малопараметрической модели многолетних колебаний речного стока / А.А. Волчек, Л.П. Махнист, В.С. Рубанов // Вестник БрГТУ. – Брест, 2009. – № 5: Физика, математика, информатика. – С. 2-5.
5. Гетман, В.А. Сходимость и свойства решения одного стохастического уравнения / В.А. Гетман, И.И. Гладкий, С.В. Ефимик, Л.П. Махнист // Современные проблемы математики и вычислительной техники: материалы VI Республиканской научной конференции молодых ученых и студентов, Брест, 26-28 ноября 2009 г. – Брест: БрГТУ, 2009. – Ч. 2. – С. 121-126.

УДК 628.316

Журавель О.М

Научный руководитель: ассистент Наумчик Г.О.

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОМЕТРИИ

Введение. На кафедре ВВиОВР осуществляются исследования применения озона для очистки и обеззараживания природных и сточных вод. В частности разрабатывается технология снижения окраски производственных сточных вод ОАО «Брестский чулочный комбинат». При изучении механизма действия озона на синтетические красители возникла проблема идентификации продуктов распада красителей. С учетом того, что все

синтетические красители синтезируются из составляющих, имеющих ароматическую природу (соединения с бензольными, нафталиновыми, антраценовыми и другими ядрами), встал вопрос об идентификации данных соединений в природных и сточных водах после деструкции красителей. Основными методами определения данных соединений в органической химии являются инфракрасная и ультрафиолетовая спектроскопии, хроматография. Поскольку на кафедре ВВиОВР имеется современный спектрофотометр СФ-2000, продукты распада красителей исследовались с помощью УФ-спектроскопии. Однако при исследовании данного вопроса в литературных источниках оказалось, что методы идентификации ароматических соединений в водных средах практически не разрабатывались. Имеются только УФ-спектры спектры некоторых органических соединений, хорошо растворимых в воде, таких как фенол, гидрохинон, бензойная кислота. Большинство же УФ-спектров ароматических органических соединений, имеющих в справочных данных, приводятся для растворов данных соединений в органических растворителях. Проблема заключается в том, что УФ-спектры органических веществ зависят от вида растворителя и от концентрации этих веществ. Поэтому было принято решение исследовать УФ-спектры водных растворов ароматических соединений с целью разработки экспресс-метода анализа данных веществ в природных и сточных водах.

Методическая часть. Исследования проводились при помощи спектрофотометра СФ-2000 с использованием кварцевых кювет с длиной оптического пути 10 мм. Шаг сканирования составлял 0,113 нм. Количество циклов накопления – 3. Диапазон длин волн – от 190 до 350 нм. Объектами исследований являлись растворы ароматических соединений в дистиллированной и водопроводной воде. Методика проведения исследования заключалась в следующем:

- при исследовании спектров ароматических соединений в дистиллированной воде вначале снимался спектр соединения с высокой концентрацией, затем методом разбавления концентрация исследуемого раствора снижалась до предела обнаружения;

- при исследовании спектров ароматических соединений в водопроводной воде вначале снимался спектр водопроводной воды без добавления ароматических соединений, затем снимались спектры растворов органических соединений с теми же концентрациями, как и в дистиллированной воде.

Экспериментальная часть. Для идентификации ароматических соединений в работе использовался диапазон длин волн от 250 до 350 нм. Спектры поглощения органических соединений в УФ-области в зависимости от электронного строения соединения обуславливаются различными электронными переходами и состоят из нескольких максимумов поглощения на различной длине волны, которые обуславливаются полосами поглощения при возбуждении различных электронных уровней. Существуют следующие полосы поглощения, обусловленные переходом электрона со связывающей π -орбитали на разрыхляющую π^* -орбиталь (обозначается $\pi \rightarrow \pi^*$) – К-полосы, Е-полосы и В-полосы. Е-полосы и В-полосы характерны для ароматических соединений, они обусловлены запрещенными электронными переходами в высокосимметричной молекуле бензола. Интенсивность К-полосы ароматических соединений наиболее высокая, однако данная полоса расположена в более дальней УФ-области (к примеру, для бензола – на длине волны 184 нм.). Интенсивность Е-полосы примерно на порядок ниже, чем К-полосы (молярный коэффициент поглощения К-полосы бензола – 60000, молярный коэффициент поглощения Е-полосы бензола – 7900), но она расположена в более близкой

УФ-области (для бензола на длине волны 204 нм.), что облегчает ее обнаружение с помощью кварцевой УФ-спектроскопии. В-полосы ароматических соединений имеют еще более низкую интенсивность (молярный коэффициент поглощения от сотен до тысяч единиц), но эти полосы находятся в области длин выше 250 нм. Именно данные полосы, несмотря на их невысокую интенсивность, наиболее подходят для идентификации ароматических и многих гетероциклических веществ в природных и сточных водах. Это обусловлено тем, что в данных водах практически всегда присутствуют различные примеси, такие как ионы тяжелых металлов (особенно железо), которые интенсивно поглощают УФ-излучение в области ниже 250 нм., тем самым перекрывая и накладываясь на К-полосы и Е-полосы многих органических соединений. Существуют также полосы поглощения органических соединений, обусловленные $n \rightarrow \pi^*$ переходом, обозначаемые как R-полосы. Данные полосы расположены в еще более длинноволновой УФ-области однако их значение молярного коэффициента поглощения очень низкое (порядка единиц и десятков), поэтому идентификация органических соединений по данным полосам при низких концентрациях затруднительна [1].

На рисунке 1 представлены спектры поглощения в УФ-области водных растворов толуола в дистиллированной и водопроводной воде соответственно.

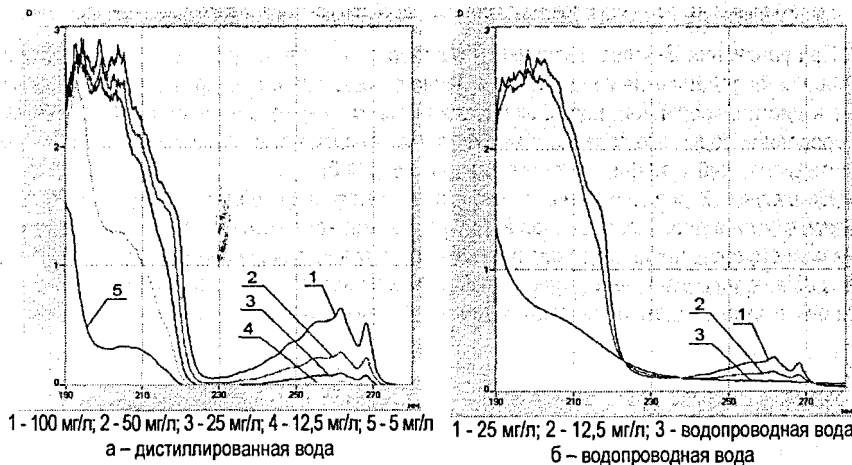
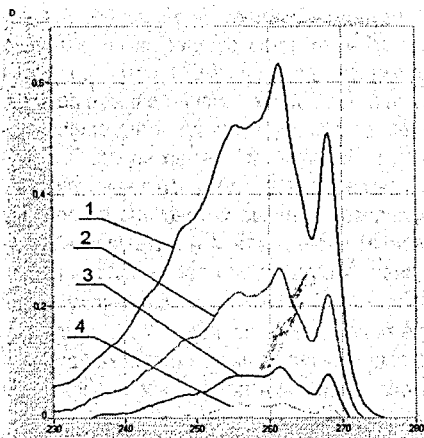


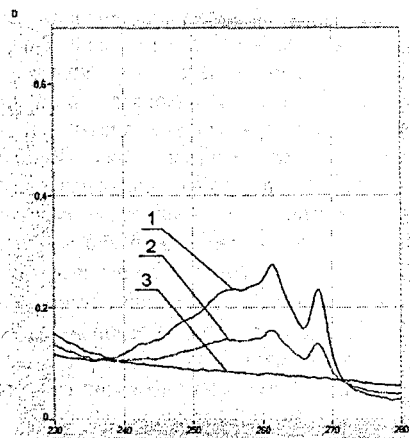
Рисунок 1 – Спектры поглощения толуола в дистиллированной и водопроводной воде

На спектре раствора толуола в дистиллированной воде при концентрации 12,5 мг/л видны К, Е и В – полосы поглощения. При более высокой концентрации К-полосы деформированы, польку при высокой оптической плотности появляются искажения. При концентрации 5 мг/л В-полоса исчезает вследствие малой интенсивности поглощения, поэтому предел обнаружения толуола по В-полосе в дистиллированной воде – около 10 мг/л в кюветках с длиной пути 10 мм. На спектре раствора толуола в водопроводной воде К-полосы деформированы присутствующими примесями, но В-полосы четко просматриваются, несмотря на присутствующие примеси.

На рисунке 2 представлены В-полосы поглощения толуола в дистиллированной и водопроводной воде в увеличенном масштабе.



1 – 100 мг/л; 2 – 50 мг/л; 3 – 25 мг/л; 4 – 12,5 мг/л
а – дистиллированная вода

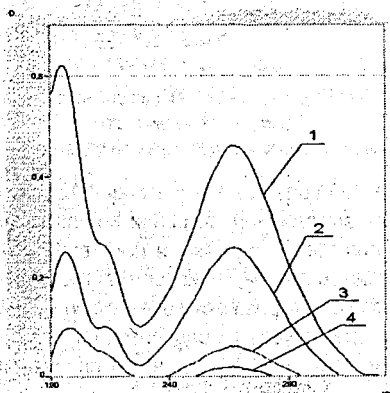


1 – 25 мг/л; 2 – 12,5 мг/л; 3 – водопроводная вода
б – водопроводная вода

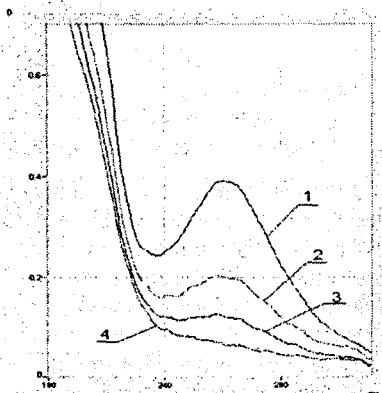
Рисунок 2 – В-полосы поглощения толуола в дистиллированной и водопроводной воде

При сравнении В-полос поглощения растворов толуола на рисунке 2 видно, что минимально определяемая концентрация данного вещества в водопроводной воде выше, чем в дистиллированной, поскольку проявляется маскирующее действие примесей водопроводной воды, это связано с невысокой интенсивностью поглощения В-полосы толуола (молярный коэффициент поглощения равен 200).

На рисунке 3 представлены спектры поглощения в УФ-области водных растворов нитробензола в дистиллированной и водопроводной воде соответственно. Идентификация данного соединения в водном растворе представляет особый интерес, поскольку при деструкции органических красителей, в большинстве своем являющимися азокрасителями, можно ожидать образования именно нитросоединений.



1 – 10 мг/л; 2 – 5 мг/л; 3 – 2 мг/л; 4 – 1 мг/л
а – дистиллированная вода



1 – 5 мг/л; 2 – 2 мг/л; 3 – 1 мг/л; 4 – водопроводная вода
б – водопроводная вода

Рисунок 3 – Спектры поглощения нитробензола в дистиллированной и водопроводной воде

Спектры, представленные на рисунке 3, показывают, что в водопроводной воде при длине волны ниже 230 нм поглощение нитробензола перекрывается примесями водопроводной воды, а В-полосы уверенно регистрируются.

На рисунках 4 представлены спектры поглощения в УФ-области водных растворов фенола в дистиллированной и водопроводной воде.

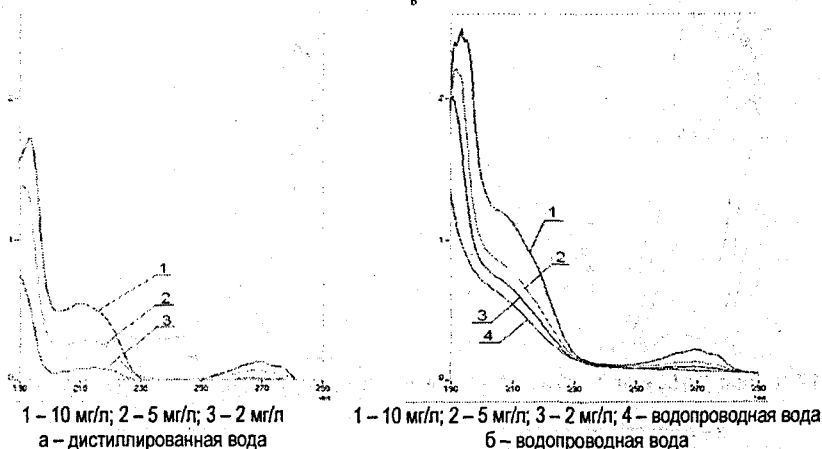


Рисунок 4 – Спектры поглощения фенола в дистиллированной и водопроводной воде

Аналогично спектры фенола в водопроводной воде по сравнению со спектрами в дистиллированной в области ниже 230 нм искажаются примесями, а В-полосы поглощения на длине волны 270 нм отчетливо просматриваются, однако имеют более высокие уровни, поскольку суммируются с фоном поглощения примесей водопроводной воды.

На рисунке 5 показаны В-полосы поглощения фенола в дистиллированной и водопроводной воде в увеличенном масштабе.

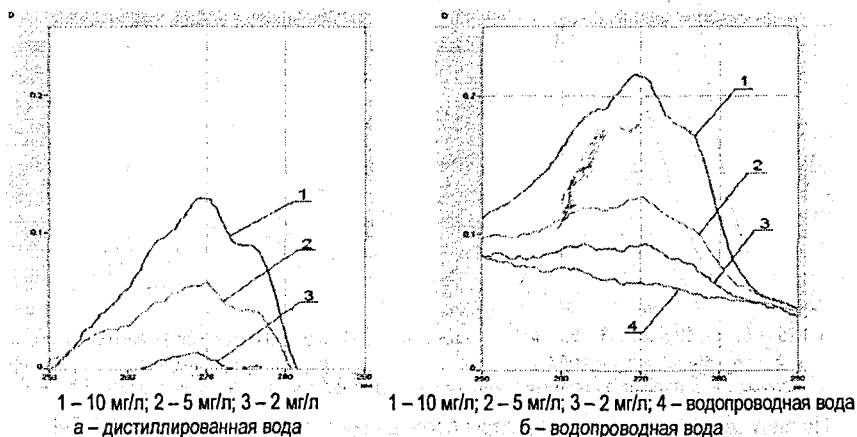
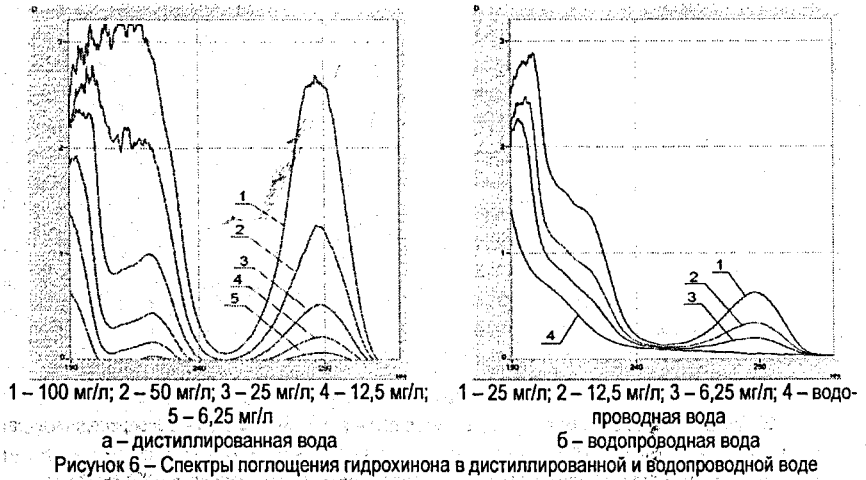
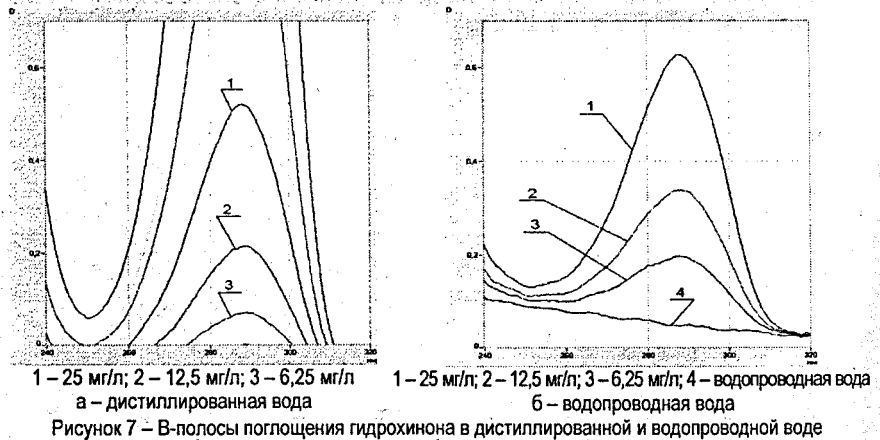


Рисунок 5 – В-полосы поглощения фенола в дистиллированной и водопроводной воде

На рисунке 6 представлены спектры поглощения в УФ-области водных растворов гидрохинона в дистиллированной и водопроводной воде. Гидрохинон является производным бензола с двумя ОН-заместителями в параположении. Двухзамещенные производные бензола обладают более высокими коэффициентами молярного поглощения, поэтому лучше фиксируются с помощью УФ-спектроскопии.



На спектрах поглощения гидрохинона в дистиллированной воде четко видны максимумы поглощения, соответствующие Е и В – полосам поглощения, а на спектрах поглощения гидрохинона в водопроводной воде Е-полосы искажены примесями. В-полосы поглощения отчетливо прослеживаются независимо от примесей. На рисунке 7 показаны спектры поглощения гидрохинона, соответствующие В-полосам в увеличенном масштабе.



На рисунке 8 представлены спектры поглощения в УФ-области водных растворов салициловой кислоты в дистиллированной и водопроводной воде. Салициловая кислота

также является двузамещенным ароматическим производным бензола. При окислении ароматических соединений конечными продуктами окисления (при сохранении бензольного ядра) являются ароматические кислоты, поэтому идентификация данных соединений также представляет большой интерес с точки зрения возможности идентификации продуктов деструкции красителей под действием сильных окислителей.

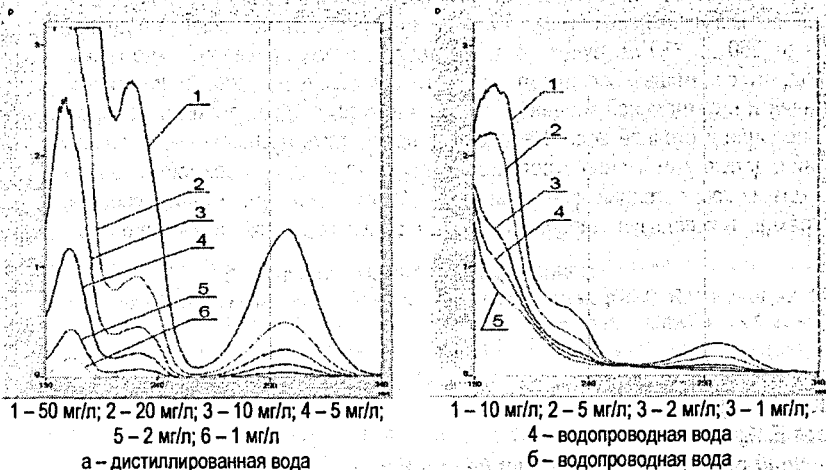


Рисунок 8 – Спектры поглощения салициловой кислоты в дистиллированной и водопроводной воде

На спектрах в дистиллированной воде четко видны К, Е и В – полосы поглощения, их интенсивность определяется высотой пика. Видно, что К-полоса поглощения находится на длине волны 201 нм, Е-полоса – на длине волны 232 нм, В-полоса на длине волны 298 нм. В водопроводной воде идентифицируются только В-полосы. На рисунке 9 показаны спектры поглощения салициловой кислоты, соответствующие В-полосам в увеличенном масштабе.

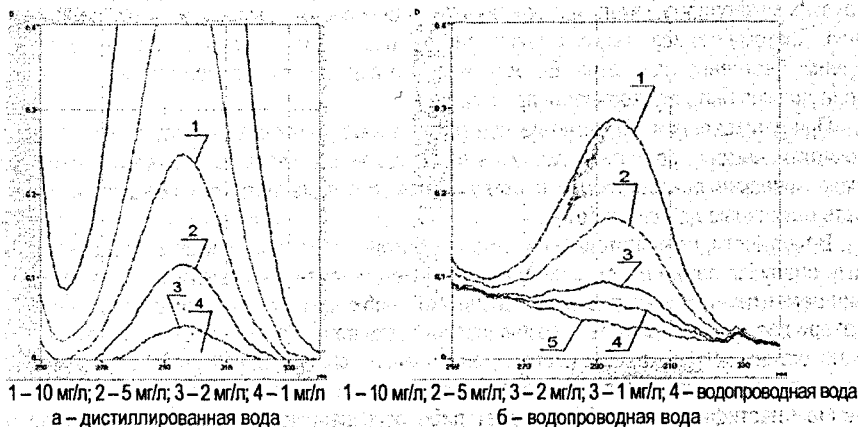


Рисунок 9 – В-полосы поглощения салициловой кислоты в дистиллированной и водопроводной воде

Заключение. В результате анализа спектров ароматических соединений в дистиллированной и водопроводной воде можно сделать вывод, что данные соединения уверенно идентифицируются в обоих случаях с помощью спектрофотометра СФ-2000 до концентраций порядка 1...5 мг/л. Их В-полосы поглощения лежат в пределах от 250 до 310 нм. При совместном присутствии данных соединений в исследуемой воде В-полосы поглощения могут накладываться, при этом интенсивность поглощения в диапазоне длин волн от 250 до 350 нм будет увеличиваться, поэтому предварительно можно сделать вывод, что с помощью исследования спектров поглощения в УФ-области можно судить о наличии и интегральной концентрации ароматических и гетероциклических соединений в природной и сточной воде. Необходимо продолжить исследования в данном направлении с целью увеличения чувствительности метода для возможности обнаружения более низких концентраций данных веществ. Этого можно достигнуть, используя методы экстракции и используя кварцевые кюветы с большей длиной оптического пути.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Берштейн, И.Я. Спектрометрический анализ в органической химии / И.Я. Берштейн, Ю.Л. Каминский. – Л.: Химия, 1986. – 199 с.

УДК 691(075)

Казак Е.М., Каменец Ю.В.

Научный руководитель: доцент Левчук Н.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОГО СОСТАВА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПАВ

Бетон при всем многообразии его применения является, прежде всего, материалом для несущих конструкций. Основным требованием, предъявляемым к такому материалу, является его прочность, т.е. способность сопротивляться действию напряжений, возникающих в конструкции или в процессе монтажа и эксплуатации. Бетон относится к группе хрупких материалов, которые значительно лучше сопротивляются сжатию, чем растяжению. Поэтому его используют в таких конструкциях или их элементах, которые работают преимущественно на сжатие. Естественно, что основной характеристикой качества бетона должна быть его прочность при сжатии [2].

При изготовлении цементно-песчаных растворов и бетонов для улучшения их физико-механических, реологических и антикоррозионных свойств, а также по технико-экономическим показателям в настоящее время специалисты рекомендуют использовать различные добавки в бетон.

В частности, при изготовлении тяжелых бетонов и при их заливке в густоармированные опалубки важно иметь качественный цементно-песчаный раствор. При приготовлении цементно-песчаных растворов возникает необходимость увеличить их текучесть без потери прочности и усилить адгезию (способность прилипать). В противном случае в бетоне останутся раковины и пустоты, значительно снижающие прочность изделия. Поэтому в этих случаях рекомендуется использовать пластифицирующие добавки. Применение пластификаторов обеспечивает либо повышенную подвижность (текучесть) бетонной смеси при неизменном количестве цемента и воды, либо обещает некоторую