

Введение Интерес к исследованиям электропроводящих полимеров во многом обусловлен возможностью их применения в различных областях науки и техники. Важнейшим представителем этого класса полимеров является полианилин (ПАНИ), который может быть получен путем относительно несложного химического синтеза [1]. Важным с точки зрения мониторинга за протеканием синтеза полианилина является выбор метода контроля полимеризации. В [2] мониторинг осуществляли путем измерения pH реакционной среды, а в [3] использовали регистрацию спектров оптического поглощения во времени. Также для изучения кинетических особенностей образования полианилинового слоя на поверхности субстрата проводили сравнение зависимостей конверсии мономера и выхода полимера от времени при полимеризации в объеме реакционного раствора (ОП) и в присутствии введенного в реакционную систему субстрата (ПС) [4]. Однако, каждый из перечисленных методов имеет свои достоинства и недостатки. Данная работа была направлена на апробацию методов контроля синтеза с целью установления оптимального. В процессе синтеза осуществляли измерения pH, окислительно-восстановительного потенциала и фотометрический мониторинг. Метод определения выхода продукта реакции слишком трудоемок для использования в качестве рутинного анализа. Поэтому данный метод в работе не использовался. Экспериментальная часть Полимеризацию осуществляли согласно методике, описанной в [5], но в качестве допанта была использована ортофосфорная кислота. Синтез проводили при $25 \pm 20^\circ\text{C}$ в стеклянном химическом стакане, перемешивание осуществляли с помощью магнитной мешалки ES-6120 фирмы ООО «Экохим». Фотометрические кривые снимали на спектрофотометре Proscan MC-122 с границами измерения $350 \div 1100$ нм с шагом 5 нм. Измерения значений pH осуществляли в соответствии с [6], снятие значений окислительно-восстановительного потенциала производили с помощью pH-метра Hanna HI-8314, снабженном Red-Ox-электродом, состоящий из хлорсеребряного и платинового электрода. Эксперимент осуществляли следующим образом: в химический стакан с солевым раствором анилина помещали pH и Red-Ox-электроды и включали магнитную мешалку. Затем в течение 3 с приливали раствор окислителя и записывали значения обоих параметров, параллельно отбирали пробу реакционной массы для снятия кривых оптической плотности, предварительно разбавив ее водой в 50 раз. Измерения всех параметров проводили каждые 5 минут до начала полимеризации (индукционный период), и каждую минуту при протекании синтеза. После перехода синтеза в завершающую, медленную стадию интервал между отбором проб увеличивали. Дополнительно для фиксации начала процесса полимеризации производили визуальные наблюдения за цветом реакционной среды (цвет меняется от светло-желтого через синий, который свидетельствует о начале синтеза, до темно-зеленого). Результаты и их обсуждение Как видно из результатов

спектрофотометрических измерений, приведенных на рисунке 1, в момент начала реакции полимеризации на кривых 3-5 появляется пик с максимумом в области 520 нм (раствор приобретает синий цвет). В определенный момент (при образовании эмеральдиновой формы ПАНи [7]) происходит резкое изменение синего цвета реакционной массы на зеленый. Это находит отражение и в характере регистрируемых спектрофотометрических кривых, что усложняет корректную интерпретацию полученных результатов. Далее по значениям, характеризующим максимум оптического поглощения в интервале длин волн 750–800 нм, была построена фотометрическая кривая от времени синтеза в сравнении с показаниями pH и Red-Ox-потенциала (рис. 2). Рис. 1 – График зависимости оптической плотности от длины волны во времени, мин: 1 - 0; 2 - 15; 3 - 20; 4 - 22; 5 - 24; 6 - 26; 7 - 30; 8 - 80; 9 - 180; 10 - 240. Из рисунка видно, что значения показаний оптической плотности (кривая 1) и Red-Ox-потенциала (кривая 2) идентично описывают протекание процесса полимеризации; мгновенное повышение потенциала обусловлено добавлением раствора окислителя к солевому раствору анилина. Причина поведения кривой pH (резкое падение в начальный момент времени, затем возрастание, проходящее через максимум и повторное снижение показаний) до конца не понятна. Рис. 2 – Зависимость оптической плотности (1), Red-Ox-потенциала (2) и pH (3) от времени синтеза. Вместе с тем, снятие спектров оптического поглощения является трудоемким процессом и требует больших временных затрат, включающий отбор пробы, ее разбавление и непосредственно снятие кривых. Принимая во внимание, что исследования в дальнейшем будут направлены на изучение межфазной полимеризации анилина на поверхности различных субстратов, данный способ также может проявить себя некорректно в связи с мутностью суспензии и седиментационных особенностей самого субстрата. Таким образом, из всех выбранных нами методов контроля за процессом синтеза полианилина наиболее оптимальным является измерение окислительно-восстановительного потенциала реакционной среды ввиду быстроты и простоты снятия значений данного параметра, а также отсутствие контроля побочных процессов при полимеризации.