

УДК 678.01-404:532.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОТО- И МЕХАНОДЕСТРУКЦИИ НА ВЯЗКОСТЬ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

Снигирева А.Ю., студентка гр. ХПм-171, I курс
Научный руководитель: Евменов С.Д., к.т.н, профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Растворы полимерных флокулянтов широко используются для очистки сточных вод и их повторного использования в качестве оборотных вод в различных отраслях промышленности, в частности, в углеобогащении. Приготовление растворов и их применение характеризуется целым комплексом воздействий на макромолекулы полимера под влиянием различных факторов, к наиболее характерным из которых относятся механическая и химическая деструкция.

Химическая деструкция возможна не только при воздействии сильных окислителей, но и за счёт энергии ультрафиолетового облучения, достаточной для того, чтобы разорвать химические связи с образованием свободных радикалов, которые, как правило, быстро реагируют с присутствующим кислородом [1]. Механическая деструкция обычно происходит вследствие того, что приложенное напряжение превышает прочность химической связи между атомами основной цепи [2]. Это может происходить при перемешивании растворов мешалками различных типов, их транспортировании по трубопроводам и продавливании через фильтры.

Известно [3], что протекание процессов деструкции существенно влияет на вязкость растворов полимеров, поэтому важно оценить степень этого влияния. В данной работе объектами исследования явились растворы полимерных флокулянтов Магнафлок 525 и Суперфлок А100 с концентрациями 0,1, 0,5, 1,0 и 1,5%.

На первом этапе исследования, результаты которого представлены в таблице 1, была определена вязкость указанных растворов в зависимости от концентрации C и напряжения сдвига при течении τ . Вязкость определяли с помощью РЕО-вискозиметра Хепплера с падающим шариком по методике, приведённой в [4]. На основе полученных данных видно, что вязкость растворов существенно зависит от концентрации полимера независимо от изменения режима течения, характеризующегося изменением напряжения сдвига τ и марки полимерного флокулянта.

Изменение величины τ приводит к уменьшению вязкости растворов, что говорит о том, что исследованные жидкости при течении проявляют неньютоновские свойства и их можно отнести к классу псевдопластичных жидкостей. Однако неньютоновские свойства у Магнафлока и Суперфлока проявляются

по-разному - для Магнафлока это в большей степени характерно для растворов с концентрациями 1,0 и 1,5% (падение вязкости составляет более 86%), и значительно меньше это проявляется для раствора, имеющего $C=0,1\%$. У Суперфлока напротив неньютоновские свойства всех растворов характеризуются существенным падением вязкости практически для всех исследованных концентраций, особенно для $C=0,1\%$. Это объясняется разной молекулярной массой полимерных флокулянтов и степенью разветвленности макромолекул.

Таблица 1.

Материал	Концентрация $C, \%$	Вязкость $\mu, \text{Па}\cdot\text{с}$ при различных значениях напряжения сдвига $\tau, \text{p}/\text{cm}^2$						$\Delta \mu, \%$
		$\tau=10$	$\tau=20$	$\tau=30$	$\tau=40$	$\tau=50$	$\tau=60$	
Магнафлок 525	0,1	0,081	0,053	0,038	0,019	0,013	-	53
	0,5	0,108	0,037	0,026	0,013	-	-	76
	1,0	0,647	0,167	0,086	0,057	0,049	-	86,7
	1,5	1,068	0,279	0,150	-	-	-	86,9
Суперфлок A100	0,1	0,138	0,010	0,009	0,008	-	-	94,2
	0,5	0,178	0,044	0,036	0,028	-	-	84,2
	1,0	0,297	0,134	0,086	0,046	0,026	-	84,5
	1,5	1,077	0,268	0,188	0,169	0,104	0,086	84,3

При приготовлении и использовании растворов флокулянтов следует учитывать неньютоновское поведение растворов, т.к. это влияет на потребляемую мощность смесительных устройств и правильный выбор реологического уравнения в случае расчета параметров течения при транспортировке растворов.

Влияние фотодеструкции на вязкость изучали на растворах флокулянтов с концентрациями 0,1 и 0,5%. Установка для проведения данного эксперимента состояла из ртутно-кварцевой лампы и сосуда, в котором находился исследуемый раствор полимера. Емкость с исследуемым раствором помещалась под лампу, время облучения составляло 100, 200, 300 и 400 секунд, после чего измерялась вязкость растворов. Кроме того, интенсивность облучения изменялась напряжением, подаваемым на лампу. Напряжение сдвига при измерении вязкости было постоянным и равнялось $\tau=20 \text{ p}/\text{cm}^2$. Результаты представлены в таблице 2. По полученным данным видно, что растворы при воздействии УФ-облучения ведут себя по-разному. Суперфлок сильнее подвержен действию УФ-лучей, нежели Магнафлок, т.к. у него более ярко выражено падение вязкости. Значительное падение величины вязкости начинается после времени облучения, равном 200-300 секунд, а при росте напряжения, подаваемого на лампу, что усиливает световой поток, также понижается величина вязкости. Это говорит об увеличении степени деструкции под воздействием данного фактора. Уменьшение вязкости можно объяснить тем, что при определенной длине волны световые лучи вызывают обрыв боковых активных атомов или групп атомов в макромолекулах, что приводит к снижению молекулярной массы, и, следовательно, к снижению вязкости.

Таблица 2.

Материал	Концентрация, С, %	Напряжение на лампе U, в	Вязкость μ , Па·с, до облучения	Вязкость μ , Па·с для различного времени облучения t, с				$\Delta \mu$, %
				t=100	t=200	t=300	t=400	
Магнафлок 525	0,1	170	0,0057	0,0055	0,0048	0,0047	0,0045	21
		200	0,0057	0,0052	0,0047	0,0040	0,0037	35
	0,5	170	-	-	-	-	-	-
		200	0,039	0,037	0,037	0,031	0,024	38,5
Суперфлок А100	0,1	170	0,0096	0,0095	0,0095	0,0070	0,0062	35,4
		200	0,0096	0,0096	0,0094	0,0047	0,0040	58,3
	0,5	170	0,044	0,043	0,043	0,028	0,026	41
		200	0,044	0,044	0,042	0,022	0,015	66

Для исследования влияния механического воздействия были выбраны растворы флокулянта Суперфлок А 100 с концентрациями 0,5 и 1,5%. Установка для механического воздействия состояла из емкости с исследуемым раствором, электродвигателя и мешалки лопастного типа. Схема перемешивающего устройства представлена на рис.1. Результаты представлены в таблице 3.

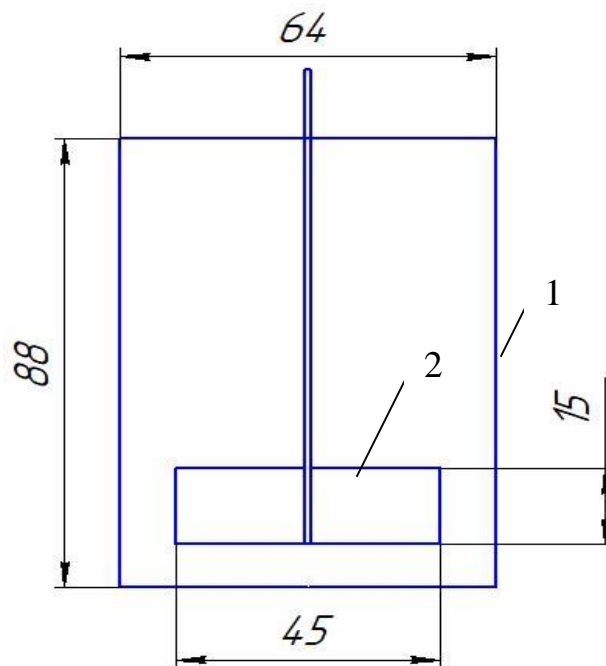


Рис.1. Схема перемешивающего устройства: 1 – смесительная камера (стеклянная ёмкость); 2 – мешалка

В целом при увеличении времени механического воздействия происходит уменьшение вязкости, однако сколько-нибудь выраженной закономерности не наблюдается – при малой концентрации основное падение величины вязкости происходит при времени деформирования, равном 15 минутам. В то же время при значении $C=1,5\%$ ощутимое уменьшение вязкости наблюдается после 20-25 минут механического воздействия.

Таблица 3.

Материал	Концентрация, С, %	Объём раствора, мл	Напряжение сдвига τ , р/см ²	Вязкость μ , Па·с, до механического воздействия	Вязкость μ , Па·с, для различного времени механического воздействия t, мин		
					t = 15	t = 20	t = 25
Суперфлок А100	0,5	75	10	0,178	0,063	0,063	0,055
			20	0,044	0,0396	0,0396	0,033
			30	0,036	0,030	0,030	0,026
	1,5	75	20	0,268	0,239	0,193	0,193
			30	0,188	0,187	0,160	0,160
			40	0,169	0,111	0,098	0,098

В заключении следует отметить, что вязкость растворов полимеров в данном случае является достаточно надёжной, хотя и косвенной характеристикой, с помощью которой можно оценивать степень протекания процесса деструкции. Это является важным фактором при выборе технологических параметров процесса приготовления растворов полимеров, так и их последующего использования.

Список литературы:

1. Грасси Н. Деструкция и стабилизация полимеров / Н.Грасси, Дж.Скотт Пер. с англ.-М.: Мир, 1988. – 446с., ил.
2. Тугов И.И. Физика и химия полимеров / Тугов И.И., Костыркина Г.И. – М.: Химия, 1989. – 432с.
3. Евменов С.Д., Евменова Г.Л. Применение реологических методов для оценки степени деструкции водорастворимых полимеров // Вестн. Кузбасс. гос. техн. ун-та. – 2009. – №2. С. 161-163.
4. Евменов С.Д. Теоретические основы переработки полимеров: Методические указания / Евменов С. Д., Касьянова О.В.- Кемерово, 2015.- 49с.