RESEARCH ON THE VISCOMETRIC PROPERTIES OF POLYACRYLAMIDE OBTAINED IN A GLYCEROL–ETHYLENE GLYCOL MEDIUM

Khamrakulov Ilkhomjon Melikuzi ogli
Independent Researcher, LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology
E-mail: ilyachemist92@gmail.com
Nurkulov Fayzulla Nurmuminovich - Doctor of Technical Sciences, LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology
Akhmedov Orif Dzhumanazar ugli - Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, LLC "DIRECTORATE KRICT" under JSC "O'zkimyosanoat"

Abstract. This study investigates the viscometric properties of polyacrylamide (PAA) obtained in a glycerol–ethylene glycol mixture. During the experiments, the viscosity characteristics of the obtained polymer solutions at different temperature and concentration ranges were analyzed using a capillary viscometer. The effects of the nature of the solvent and the ratio of its components on the specific and intrinsic viscosity of the system were determined. The results showed that the interaction between glycerol and ethylene glycol significantly affects the conformational state of polyacrylamide macromolecules, altering the degree of folding and unfolding of the polymer chains. The findings expand the potential applications of polyacrylamide-based polymer media in technological processes requiring controlled viscosity, particularly in oil production, wastewater treatment, and the development of thickening compositions.

Keywords: polyacrylamide, glycerol, ethylene glycol, viscometry, intrinsic viscosity, conformation, polymer solution.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИСКОЗИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИАКРИЛАМИДА, ПОЛУЧЕННОГО В СРЕДЕ ГЛИЦЕРИН–ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

Хамракулов Илхомжон Меликузи-ўгли
свободный соискател, ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Узбекистан, г. Ташкент
Нуркулов Файзулла Нурмуминович
д-р тех наук, *ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Узбекистан, г. Ташкент*
Ахмедов Ориф Джуманазар угли,

Доктор философии по техническим наукам (PhD), ООО «ДИРЕКЦИЯ KRICT» при АО «O'zkimyosanoat» Узбекистан, г. Ташкент

Аннотация: В данной работе исследованы вискозиметрические свойства полиакриламида (ПАА), полученного в среде смеси глицерин–этиленгликоль. В ходе экспериментов с помощью капиллярного вискозиметра проанализированы показатели вязкости полученных растворов полимера в различных интервалах температур и концентраций. Определено влияние природы растворителя и соотношения компонентов на удельную и характеристическую вязкость системы. Полученные результаты показали, что взаимодействие глицерина и этиленгликоля существенно влияет на конформационное состояние макромолекул полиакриламида, изменяя степень сворачивания и разворачивания полимерных цепей. Выводы исследования расширяют возможности применения полимерных сред на основе полиакриламида в технологических процессах с регулируемой вязкостью, в частности, в нефтедобыче, очистке сточных вод и создании загущающих композиций.

Ключевые слова: полиакриламид, глицерин, этиленгликоль, вискозиметрия, характеристическая вязкость, конформация, раствор полимера.

Введение. Степень полимеризации n определяет молекулярную массу (ММ) полиакриламида, которая может варьироваться в диапазоне $2 \cdot 10^{5-6} \cdot 106$ Да [1]. Помимо радикальной полимеризации, ПАА можно также получить путём химических превращений других синтетических полимеров. К таким полимерам относятся полиакрилонитрил, а также хлор ангидрид и эфиры полиакриловой кислоты. Химические превращения этих полимеров протекают по типу полимераналогичных превращений, то есть с сохранением исходной степени полимеризации и формы макромолекул [2].

Полиакриламид представляет собой белый порошок без запаха. Температура стеклования ПАА составляет приблизительно 165°C, плотность — 1302 кг/м^3. Теоретическое содержание азота в ПАА равно 19,7% [3].

Материалы и методы: При определении характеристической вязкости полиакриламида, полученного самопроизвольной полимеризацией мономера акриламида в среде глицерина и этиленгликоля, константы Марка–Хаувинка, как и в предыдущих разделах, принимались равными K = 0.0063 и α = 0.800. Для каждой таблицы значения ηпр и ηлог были линейно экстраполированы, и на основе значений при C = 0 была определена характеристическая вязкость [η].

Таблица 1. Определение характеристической вязкости полиакриламида, полученного спонтанной полимеризацией мономера акриламида в среде глицерина и этиленгликоля при температуре 50 °C

№	Наименование вещества	Концентрация раствора, %	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{пр}$	$\eta_{лог}$
1	Акриламид: глицерин-этиленгликоль 1:3	1	1,48	0,48	0,48	0,392
		0,5	1,17	0,17	0,34	0,314
		0,25	1,10	0,10	0,4	0,381

В таблице 1 приведены вискозиметрические показатели раствора полиакриламида, полученного в среде глицерин–этиленгликоль при соотношении акриламид:глицерин–этиленгликоль = 1:3 и температуре 50 °C. При уменьшении концентрации раствора с 1,0% до 0,25% относительная вязкость ηотн снизилась с 1,48 до 1,10. Это указывает на ослабление межмакромолекулярных взаимодействий по мере разбавления раствора.

Значения ηпр и ηлог были проанализированы в зависимости от концентрации и экстраполированы к C = 0. В результате были получены значения [η]pr = 0,3300 дл/г по ηпр и [η]log = 0,3420 дл/г по ηлог. На основе их среднего значения характеристическая вязкость была принята равной [η] = 0,3360 дл/г. Это значение показывает, что полиакриламид, полученный при 50 °C, имеет в растворе относительно небольшой гидродинамический объём.

На рисунке 1 графически представлена зависимость значений ηпр и ηлог от концентрации раствора. Путём экстраполяции линий тренда на графике к точке C = 0 была определена характеристическая вязкость полиакриламида. Синий кружок и горизонтальная пунктирная линия показывают среднее значение [η]средн = 0,3360 дл/г.

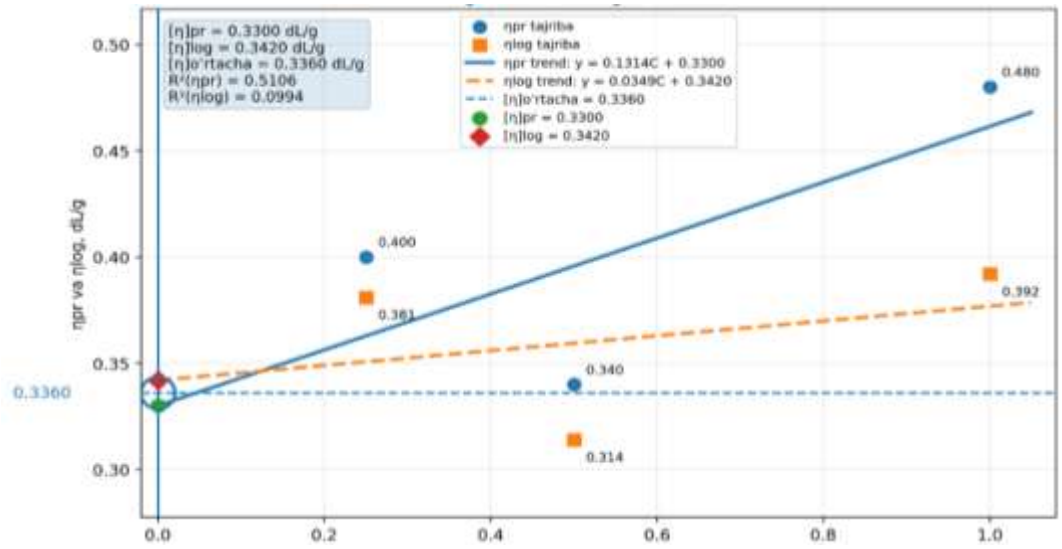


Рис. 1. Определение характеристической вязкости полиакриламида, полученного при 50 °C в соотношении акриламид:глицерин = 1:3.

В таблице-2 приведены вискозиметрические показатели полиакриламида, полученного в среде глицерин–этиленгликоль при соотношении акриламид:глицерин–этиленгликоль = 1:3 и температуре 25 °C. Значения относительной вязкости в этой таблице значительно выше, чем в таблице 3.7. Например, в 1%-м растворе ηотн = 2,17, что указывает на больший гидродинамический объем макромолекул в полимерном растворе.

В результате экстраполяции значений ηпр и ηлог к C = 0 были получены значения [η]pr = 1,1250 дл/г и [η]log = 1,0445 дл/г. На основе их среднего значения была определена характеристическая вязкость [η] = 1,0847 дл/г. Это значение показывает, что молекулярная масса полиакриламида, полученного при 25 °C, и степень развертывания цепи в растворе значительно выше, чем у образца, полученного при 50 °C. На основе их среднего значения определяли характеристическую вязкость [η] = 1,0847 dL/g.

Заключение. Результаты вискозиметрического исследования растворов полиакриламида, полученных в среде смешанного растворителя глицерин–этиленгликоль, показали, что состав растворяющей среды оказывает значительное влияние на гидродинамическое состояние макромолекул полимера в растворе. Высокая вязкость глицерина и его способность образовывать водородные связи, а также хорошая сольватирующая способность этиленгликоля по отношению к мономерным и полимерным цепям создают благоприятные условия для формирования и распространения макромолекул полиакриламида в растворе.

Список литературы

1. Панарин Е. Ф. Большая российская энциклопедия // Официальный сайт ОАО "Большая российская энциклопедия". 2020. URL: https://bigenc.ru/chemistry/text/3152711

2. Манас Кызы А. Термодинамика взаимодействия полиакриламида с полиакриловой и полиметакриловой кислотами: магистерская диссертация : дис. – б. и., 2020.

3. ХИМЧЕНКО П. В. Обоснование выбора полимера и композиции на основе полиакриламида для полимерного заводнения на месторождениях с высокой температурой и минерализацией : дис. – Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. ИМ Губкина, 2019.