И.А.Новаков, А.В.Навроцкий, Ж.Н.Малышева,
С.С.Дрябина, Ф.С.Радченко, С.С.Радченко
Волгоградский технический университет

УДК 532.584.013.4:541.182.023

ПИРИДИНИЕВЫЕ КАТИОННЫЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТЫ В ПРОЦЕССАХ РАЗДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСИЙ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Изучены особенности флокуляции суспензии каолина образцами гомополимера поли-1,2-диметил-5-винилпиридинийметилсульфата и его сополимеров с акриламидом, N-винилпирролидоном и винилацетатом. Показана высокая активность поли-1,2-диметил-5-винилпиридинийметилсульфата за счет образования достаточно крупных агрегатов при малых дозах флокулянта. Также выявлено, что синтезированные сополимеры и терполимеры в сравнении с гомополимером обладают большей флокулирующей активностью, что характеризуется более высокой степенью осветления суспензии. Причины высокой флокулирующей активности сополимеров связаны с определенным содержанием и распределением катионных центров в макромолекулах. Дополнительно полиэлектролиты были исследованы в качестве агентов обезвоживания при обработке активного ила. Полученные результаты позволили рекомендовать применение пиридиниевых полиэлектролитов в качестве флокулянтов в процессах очистки вод различного происхождения.

The features of kaolin suspension flocculation were studied in the presence of poly-1,2-dimethyl-5-vinilpyridiniummethylsaulfate and its copolymers, containing acrylamide, N-vinilpyrrolidone and vinilacetate units. It is shown that poly-1,2-dimethyl-5-vinilpyridiniummethylsaulfate has high flocculation activity and gives floccula at comparatively low concentrations. Copolymers are more active than homopolymer as they alloy to get high degree of water purification. The reasons of high activity are connected with certain concentration and distribution of cationic units in macromolecules. In addition the polyelectrolytes were studied as reagents for dehydration of excess active silt. The results of tests have allowed to recommend using pyridinium polyelectrolytes as flocculants in processes of sewage water treatment.

Флокулирующее действие полимеров является объектом исследования значительного числа работ, посвященных как механизму физико-химического явления флокуляции, так и применению флокулянтов в технологии разделения дисперсий. В результате обобщения экспериментальных данных в настоящее время сформулированы основные теоретические положения и технологические принципы флокуляции. В то же время актуальной задачей является разработка подходов к целенаправленному подбору химической природы и молекулярных характеристик полиэлектролитов, обладающих высокой флокулирующей активностью, на основе исследований закономерностей флокуляции. В этой связи нам представляется необходимым изучение особенностей флокулирующего действия поли-1,2-диметил-5-винилпиридинийметилсульфата и его сополимеров с гидрофильными мономерами.

Одной из основных проблем получения катионных полиэлектролитов, нашедших применение в качестве флокулянтов, является выбор химической природы реагентов. В настоящее время существует два основных направления в синтезе катионных флокулянтов. В первом случае активным центром является аммониевый катион, что достигается использованием в качестве исходных мономеров солей аминоалкилакрилатов, аминоалкилакриламида и диалкилдиаллиламмонийгалогенидов. Другое направление заключается в синтезе катионных полиэлектролитов, содержащих пиридиниевый активный центр. Одним из наиболее активных среди них является поли-1,2-диметил-5-винилпиридинийметилсульфат (поли-1,2-ДМ-5-ВПМС), отличающийся гидролитической устойчивостью солевых групп

и высокой флокулирующей активностью. Значительный интерес вызывает также исследование флокулирующей способности сополимеров 1,2-ДМ-5-ВПМС с гидрофильными мономерами, такими как акриламид (АА), N-винилпирролидон (N-ВП) и винилацетат (ВА).

Нами исследованы особенности флокуляции суспензии каолина поли-1,2-ДМ-5-ВПМС и показано, что эффективная агрегация частиц и их полное осаждение происходят при введении полиэлектролита в количестве 0,02-0,09 мг/г, причем нейтрализация заряда частиц наблюдается при введении 0,51-0,63 мг/г, а предел адсорбции поли-1,2-ДМ-5-ВПМС находится в пределах 1,1-1,5 мг/г, что свидетельствует о реализации «мостичного» механизма флокуляции. Результаты исследований агрегирующего действия, адсорбционной способности и влияния поли-1,2-ДМ-5-ВПМС на электроповерхностные свойства частиц дисперсной фазы показывают, что высокая активность поли-1,2-ДМ-5-ВПМС заключается в его способности образовывать агрегаты-флокулы с низкой полидисперсностью при малых дозах флокулянта. Вероятно, этот эффект связан с ослаблением кооперативных взаимодействий полимер – частица вследствие делокализации положительного заряда в пиридиниевом кольце, при котором полимер более равномерно распределен по частицам дисперсной фазы, а макромолекула сохраняет развернутую конформацию в поверхностном слое.

Результаты исследования флокулирующей активности сополимеров 1,2-ДМ-5-ВПМС с неионными мономерами свидетельствуют о том, что синтезированные сополимеры 1,2-ДМ-5-ВПМС с N-ВП и терполимеры, содержащие дополнительно звенья АА или ВА, проявляют бóльшую флокулирующую способность, чем гомополимер 1,2-ДМ-5-ВПМС, что выражается в более высокой степени осветления суспензии. Анализ совокупности экспериментальных данных позволяет предположить, что более высокая активность сополимеров, содержащих звенья гидрофильных мономеров, обусловлена не высокой степенью агрегации, а ее определенным значением, достаточным для полного вовлечения дисперсной фазы в процесс флокуляции, и, как следствие, уменьшением доли несфлокулированных частиц. Причиной различия флокулирующего действия, по-видимому, является оптимальное содержание и расположение катионных центров в полимерной цепи, а также непосредственное участие неионных звеньев в процессе флокулообразования.

Пиридиниевые полиэлектролиты исследованы в качестве агентов обезвоживания различных осадков, образующихся на очистных сооружениях «Волгоградводоканала». Такими осадками является активный ил и продукты его седиментации (уплотненный активный ил), а также сырой осадок, накапливающийся в первичных отстойниках технологической схемы очистки. Результаты исследования показывают, что пиридиниевые флокулянты проявляют достаточно высокую активность (см. таблицу).

Параметры обезвоживания различных осадков с использованием пиридинниевых катионных флокулянтов (лабораторные исследования)

Осадок	Флокулянт	W_o, %	$Д_ф$, г/кг	$W_к$, %	ВВ, мг/л
Активный ил	Поли-1,2-ДМ-5-ВПМС	99,34	1,9	88,6	11,7
			2,3	89,9	16,3
			2,8	90,6	18,6
			3,4	89,3	28,0
	Сополи-1,2-ДМ-5-ВПМС-N-ВП	99,7	1,7	88,8	44,3
			2.5	87.5	37,3
			3,4	89,7	30,7
	Терполи-1,2-ДМ-5-ВПМС-N-ВП-АА	99,7	1,7	91,2	34,9
			2,5	88,0	28,0
			3.4	84.9	22,3

Окончание таблицы

Осадок	Флокулянт	W_o, %	$Д_ф$, г/кг	$W_к$, %	ВВ, мг/л
Уплотненный активный ил	Поли-1,2-ДМ-5-ВПМС	98,60	1,1	86,4	23,3
			2,5	79,5	19,8
			3,2	84,6	17,4
			3,9	81,5	17,4
	Поли-1,2-ДМ-5-ВПМС	97,30	1,7	84,8	22,1
			2,1	82,1	19,8
			2,8	81,6	18,6
			4,6	81,0	15,8
Смесь (активный ил с сырым осадком в соотношении 3:1)	Поли-1,2-ДМ-5-ВПМС	98,60	1,7	83,2	108,0
			2,1	82,6	90,0
			3,1	82,0	76,1
			5,2	81,2	75,2

Примечание. W_0 и $W_к$ – влажность исходного ила и кека соответственно; $Д_ф$ – доза флокулянта; ВВ – содержание взвешенных веществ в фильтрате.

Эффективность обезвоживания закономерно возрастает с ростом содержания дисперсной фазы в исходной дисперсии. Однако даже при обработке активного ила без предварительного его концентрирования удается достичь достаточно высоких степеней обезвоживания при применении поли-1,2-ДМ-5-ВПМС и, особенно, терполи-1,2-ДМ-5-ВПМС-N-ВП-АА.

Результаты исследований флокулирующей активности пиридиниевых полиэлектролитов, полученные на модельных и реальных системах, позволяют рекомендовать их в качестве реагентов для очистки оборотных и сточных вод различного происхождения.