

0721766-1

На правах рукописи

СНИГИРЁВ СВЯТОСЛАВ ВИТАЛЬЕВИЧ

**ФЛОКУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА АНИОННЫХ И
КАТИОННЫХ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА И ИХ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ**

02.00.06 - Высокомолекулярные соединения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата химических наук

Казань 2001

Работа выполнена на кафедре технологии пластических масс
Казанского государственного технологического университета.

Научный руководитель - доктор химических наук,
профессор Куренков В.Ф.

Официальные оппоненты: доктор химических наук,
профессор Мягченков В.А.
кандидат химических наук
Гоголашвили Э.Л.

Ведущая организация Саратовский филиал НИИ
полимеров им. Каргина В.А.

Защита состоится «27 июня 2001 г. в 10⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 212.080.01 в Казанском государственном
технологическом университете по адресу : 420015, г. Казань, ул. К.
Маркса, д. 68 (зал заседаний Учёного Совета).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского го-
сударственного технологического университета.

Автореферат разослан «22» мая 2001 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук



Охотина Н.А.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000977440

0721766-1

ПРОВЕРЕН
2008 г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время водорастворимые полиакриламидные флокулянты (ПФ) широко применяются для очистки природных и сточных вод, для разделения, концентрирования и обезвоживания дисперсных систем в различных отраслях промышленности. Широкое распространение ПФ обусловлено их высокой флокулирующей способностью, доступностью, сравнительно низкой стоимостью и нетоксичностью. Известно, что наилучшей флокулирующей способностью для очистки природной воды обладает частично гидролизированный полиакриламид (ГПАА) и сополимеры акриламида с акрилатом натрия (Na-АК). Однако выпускаемый отечественной промышленностью и используемый на водоочистных станциях «аммиачный» полиакриламид (ПАА) является неионогенным полимером и поэтому нуждается в химической модификации, которая может быть осуществлена путём щелочного гидролиза. Кроме того, «аммиачный» ПАА содержит большое количество примесей и выпускается с малым содержанием основного вещества в гелеобразной форме, что затрудняет транспортировку, хранение и применение полимера. Поэтому более перспективным является использование эффективных высокомолекулярных гранулированных ПФ - Праестолов производства Российско-германским предприятия ЗАО «Москва-Штокхаузен-Пермь», г. Пермь. В 1998 г. налажено производство катионных Праестолов [сополимеров акриламида с метиленхлоридом диметиламинопропилакриламидом (МХ ДМАПА, β)] и в настоящее время - неионогенного Праестола 2500 [полиакриламида], производство анионных Праестолов [сополимеров акриламида с Na-АК] налажено в Германии, а в России планируется организовать их производство в ближайшие годы. Поэтому в настоящей работе с целью интенсификации применения полимеров при водоочистке изучены флокулирующие свойства Праестолов анионного и катионного типа совместно с коагулянтом сульфатом алюминия на модельных и реальных дисперсных системах и проведены испытания полимеров при очистке воды р. Волги на водозаборе г. Казани.

Автор выражает благодарность за соруководство при выполнении данной диссертационной работы к.х.н., доц Чурикову Ф.И.

Цель и задачи исследования. Целью работы является интенсификация процесса флокуляции на модельных и реальных дисперсных системах ГПАА, а также Праестолов совместно с сульфатом алюминия. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: а) получить ГПАА различного химического состава щелочным гидролизом промышленного полимера в лабораторных и производственных условиях; б) разработать методику определения степени гидролиза (СГ) промышленного ПАА в природной воде; в) определить влияние на процесс осветления и обесцвечивания дисперсных систем концентрации, природы и химического состава флокулянтов, их молекулярной массы и размеров макромолекул в растворе при отдельном и совместном применении с сульфатом алюминия; г) исследовать влияние на флокулирующие и адсорбционные свойства Праестолов природы и химического состава флокулянтов и рН среды; д) интенсифицировать процесс очистки природной воды ГПАА и анионными Праестолами совместно с сульфатом алюминия на волжском водозаборе ОАО «Казаньоргсинтез» и КУП «Водоканал», г. Казань; е) исследовать влияние на процесс водоочистки в лабораторных и производственных условиях различных минеральных коагулянтов - сульфата алюминия и гидроксохлорида алюминия в отсутствие и в присутствии ПАА; ж) на основании производственных испытаний внести изменения в технологические регламенты на применение анионных сополимеров акриламида на водозаборах КУП «Водоканал», г. Казань и ОАО «Казаньоргсинтез».

Научная новизна и значимость работы. Проведены систематические исследования общих закономерностей и особенностей флокулирующего действия ГПАА, анионных и катионных Праестолов при отдельном и совместном применении с коагулянтом - сульфатом алюминия на модельных дисперсных системах и природной воде.

Установлена взаимосвязь между молекулярными характеристиками полимеров (природа и химический состав полимеров, молекулярная масса и размеры макромолекулы в растворе) и характеристиками дисперсной системы (природа и состав дисперсных частиц, наличие примесей и солевых включений, значение рН), а также технологических факторов (порядок и время дозирования коагулянтов и флокулянтов), что предопределяют возможности эффективного управле-

ния процессом флокуляции и применения полимеров при водоочистке в производственных условиях.

Установленные закономерности флокулирующего действия анионных и катионных Праестолов в модельных и реальных дисперсных системах способствует развитию теории флокуляции водорастворимыми полимерами.

В результате проведённых исследований определены условия наиболее эффективного применения анионного и катионного Праестолов для разделения дисперсных систем и очистки природной речной воды при совместном применении с минеральным коагулянтом (К) сульфатом алюминия.

Практическая ценность работы. Выявленные закономерности флокулирующего действия ГПАА, анионных и катионных Праестолов позволяют интенсифицировать процесс флокуляции. На основании исследований флокулирующих свойств анионных Праестолов на модельных дисперсных системах и в производственных условиях на речной воде выявлена возможность улучшения технико-экономических показателей водообработки на волжском водозаборе КУП «Водоканал», г. Казань и ОАО «Казаньоргсинтез». Проведены производственные испытания ГПАА и анионных Праестолов при очистке природной волжской воды и по результатам испытаний составлены дополнения к технологическим регламентам на применение «аммиачного» ГПАА на волжском водозаборе КУП «Водоканал» и анионных Праестолов на волжском водозаборе ОАО «Казаньоргсинтез». Экономический эффект внедрения данной технологии составляет 912 000 руб/год (для волжского водозабора ОАО «Казаньоргсинтез»). Внедрённая технология улучшает качество водообработки, снижает транспортные расходы и улучшает условия труда. Разработанная технология может быть использована для очистки питьевой воды на других водозаборах, а также в процессах водоподготовки и очистки сточных вод предприятий энергетического комплекса, нефтяной и металлургической промышленности.

В лабораторных условиях и при опытно-промышленных испытаниях отмечено улучшение водоочистки коагулянтом гидроксохлорида алюминия по сравнению с сульфатом алюминия как в отсутствие, так и в присутствии ПАА, что может использоваться для интенсификации водообработки.

Разработанные методики изучения обесцвечивания и осветления различных дисперсных систем включены в учебно-методическое пособие «Флокулирующие свойства полимеров», КГТУ 2000 г. и применяются в учебно-исследовательской работе студентов.

Научные разработки диссертанта получили грант Американского Фонда гражданских исследований и развития (REC - 007/45).

Личное участие автора. Диссертант выполнил основную экспериментальную работу по получению полимеров с различными молекулярными характеристиками (путём щелочного гидролиза и деструкции полимеров) и изучению флокулирующих свойств ППАА, анионных и катионных Праестофов, обработке экспериментальных данных и обсуждению полученных результатов. Автор принимал участие в производственных испытаниях на волжских водозаборах КУП «Водоканал», г. Казань и ОАО «Казаньоргсинтез».

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 научных статей, издано 1 методическое пособие и 14 тезисов докладов.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на : - конф. памяти проф. И.М. Шермергорна, КГТУ, г. Казань, 1997 г.; - конф. ЧувГУ, г. Чебоксары - 1997, 1999 - 2001 гг.; - междун. конф. по ВМС, КГТУ, г. Казань - 1998 г.; - конф. стран СНГ «Процессы и оборудование экологических производств», г. Волгоград - 1998 г.; - междун. конф. «Экономика и экология вторичных ресурсов», КФЭИ, г. Казань - 1999 г.; - междун. конф. «Нефтехимия-99», г. Нижнекамск - 1999 г.; - конф. по химии и хим. технол., РХТУ, г. Москва - 1998, 1999 гг.; - конф. «Энергосбережение-2000», КГТУ, г. Казань - 2000 г.; - конф. «Чистая вода», г. Казань, - 2000 г. Результаты работы обсуждались также на отчётных конф. Казан. госуд. технол. ун-та в 1999 - 2001 гг.

Объекты и методы исследования. В работе использовались промышленные образцы «аммиачного» ППАА, анионных и катионных Праестофов, а также сополимеры, полученные щелочным гидролизом промышленного ППАА, и деструкцией анионных и катионных Праестофов.

Оценка флокулирующих свойств полимеров проведена в лабораторных условиях на модельных дисперсных системах - суспензии каолина и растворах гумусовых веществ и воде р. Волги, а также в производственных условиях на речной воде на водозаборах г. Казани.

Кинетику гидролиза и содержание звеньев Na-AK в ГПАА контролировали потенциометрическим методом. Кинетику деструкции и конформационные превращения макромолекул сополимеров контролировали вискозиметрическим методом. Определение концентрации ПАА проводили фотоколориметрическим методом. Процесс седиментации дисперсных систем под действием флокулянтов и коагулянтов исследовали в мерных цилиндрах, на торсионных весах, обесцвечивание - фотоколориметрически, показатели качества очищенной воды в производственных условиях контролировали по показателям СанПиН.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста и состоит из введения, трёх глав, списка литературы, содержащего 105 наименований, выводов и приложения. Диссертация включает 21 таблицу и 58 рисунков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для улучшения прикладных свойств «аммиачного» ПАА, выпускаемого в нашей стране по устаревшей технологии, проводили его модификацию щелочным гидролизом. Ранее была показана возможность проведения щелочного гидролиза ПАА в разбавленных водных растворах при низких температурах, что позволяет модифицировать полимер в условиях применения. При этом возникает необходимость технологического контроля СГ промышленного полимера в природной воде. Показано хорошее соответствие данных определения СГ потенциометрическим и кондуктометрическим методом. Однако применение потенциометрии для анализа «аммиачного» ПАА в природной воде осложнялось наличием примесей сульфата аммония в полимере и солевых примесей в воде. Поэтому при анализе «аммиачного» ПАА холостой пробой являлся раствор исходного негидролизованного полимера на природной воде с концентрацией, равной концентрации ГПАА в рабочей пробе. Относительное стандартное отклонение и относительная погрешность измерения не превышают 1,4 и 3,3 % соответственно.

Было изучено влияние примесей, содержащихся в промышленном ПАА и водопроводной воде, на гидролиз. Гидролиз биокаталитического ПАА, не содержащего примесей, проходит более эффективно по сравнению с «аммиачным» ПАА, содержащим примеси сульфата

аммония, а гидролиз на дистиллированной воде - более эффективно по сравнению с гидролизом в водопроводной воде. Были получены образцы частично гидролизованного ПАА (ГПАА) (СГ 17 мол%) в производственных условиях и определена эффективность их применения при водоочистке. В таблице приведены результаты производственных испытаний на КУП «Водоканал», г. Казань ГПАА, проведённых в зимний период 1998 г.

Таблица 1. Эффективность очистки природной воды под действием ПАА, ГПАА и Праестола (ПР).

Флокулянт	С _к	С _п	Мутность, мг/л		АI(III), мг/л
	мг/л		до очистки	после очистки	после очистки
ПАА	35	0,15	2,1	1,7	0,8
--/--	34	0,15	2,2	1,2	0,8
ГПАА	34	0,15	3,5	0,8	0,5
--/--	35	0,15	2,2	1,0	0,4
ПР	34	0,014	2,2	1,2	0,5
ПР	34	0,022	2,0	0,7	0,4

С_к - концентрация коагулянта; С_п - концентрация ПАА.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что использование ПАА не обеспечивало требуемого качества водоочистки, которое наблюдалось при использовании ГПАА (согласно СанПиН, ПДК по мутности 1,5 мг/л, по алюминию 0,5 мг/л). На основании опытно-промышленных испытаний внесены изменения в технологический регламент на применение ГПАА при водоочистке.

В ряде случаев предпочтительным является применение гидролизованного Праестола (ГПР) по сравнению с сополимерами акриламида с Na-АК. Были изучены закономерности щелочного гидролиза Праестола 2500 в зависимости от температуры, концентрации полимера, NaOH и воды (дистиллированная, водопроводная, природная), в результате которых выявлена возможность получения ГПР различного химического состава. На модельной 0,14%-ной суспензии каолина исследовались флокулирующие свойства гидролизованного полимера. Флокулирующий эффект определяли по формуле: $D' = (t_0 - t) / t$, где t_0 и t - время 50%-ного накопления на чашечке торсионных весов массы

осадка в отсутствие и в присутствии полимера (и коагулянта). Характер зависимости $D' = f(CГ)$ является экстремальным (максимум при $CГ \sim 20$ мол%), что отвечает наибольшим значениям $\eta_{уд}/C_{п}$. Наибольшие значения $(\bar{r}^2)^{1/2}$ приводили к охвату полимерными мостиками большего числа частиц каолина, что вызывало образование крупных флоккул и ускоряло их седиментацию.

На природной воде турбодиметрическим методом зафиксировано изменение оптической плотности речной воды под действием негидролизованного и гидролизованного полимера - «аммиачным» ПАА и ПР. Флокулирующий эффект (D) оценивали по формуле: $D = (n_0 - n) / n$, где n_0 и n - соответственно оптическая плотность воды в отсутствие и в присутствии полимера (и коагулянта).

Согласно рис. 1, для обоих полимеров флокулирующий эффект возрастает с увеличением $C_{п}$ вследствие повышения концентрации макромолекулярных мостиков между частицами дисперсной фазы. Это способствовало формированию крупных агрегатов из частиц дисперсной фазы, что снижало устойчивость системы. Из рис. 1, также видно повышение D при переходе от гомополимеров к сополимерам. При одинаковом химическом составе макромолекул образцы ПР (2,2') характеризуются более высокой флокулирующей способностью по сравнению с «аммиачным» ПАА и ГПАА (1,1'). Из рис.1 также следует, что отвечающий норме D (определён при $n = 0,021$, соответствующий мутности очищенной воды) достигается при меньшем более чем в 3 раза значении $C_{п}$ для образцов ПР по сравнению с «аммиачным» ПАА и ГПАА при одинаковом химическом составе образцов.

Из рис. 2 видно, что для всех полимеров флокулирующий эффект возрастает с увеличением $C_{к}$ в результате интенсификации коагуляции частиц дисперсной фазы и увеличения содержания ионогенных звеньев в составе сополимеров акриламида с Na-АК. Данные рис. 2 позволяют отметить, что при одинаковой дозировке полимера норма водоочистки, соответствующая $D = 0,7$, может быть достигнута при снижении расхода коагулянта за счёт увеличения содержания звеньев акрилата натрия в составе сополимеров.

Результаты производственных испытаний ПР ($CГ = 11$ мол%) по сравнению с ПАА и ГПАА приведена в таблице 1. Улучшение нормативных показателей водоочистки достигалось при меньших в 7-13 раз дозах ПР по сравнению с ГПАА вследствие больших молекулярных

масс у ПР. Таким образом, использование малых концентраций ПР позволяло проводить качественную очистку природной воды в холодное время года.

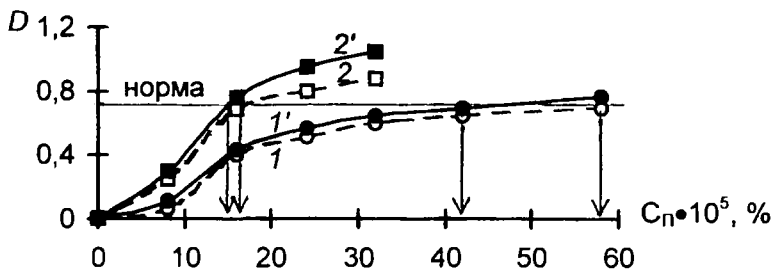


Рис.1. Зависимость D от $C_{п}$ (‰). $C_{к} = 6 \cdot 10^{-3}\%$. 1 - ПАА, 1'-ГПАА, 2 - ПР (СГ 11 мол%), 2'-ГПР (СГ 17 мол%).

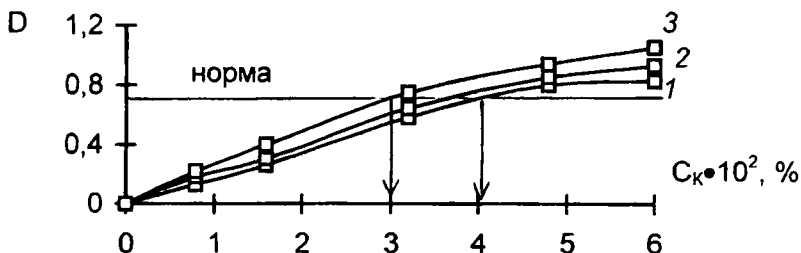


Рис. 2. Зависимость D от $C_{к}$ (‰). $C_{п} = 8 \cdot 10^{-5}\%$. 1-ПР (СГ 3 мол%), 2-ПР (СГ 11 мол%), 3 - ГПР (СГ 17 мол%).

Сравнение эффективности при водоочистке негидролизованного и гидролизованного Праестола 2500 (СГ 19 мол%) в производственных условиях, проведённое в летний период 2000 г. на волжском водозаборе ОАО «Казаньоргсинтез» представлено в таблице 2. Приведённые показатели водоочистки с использованием ПР и ГПР (табл. 2) соответствуют нормам (согласно СанПиН ПДК по мутности 1,5 мг/л, по алюминию (III) 0,5 мг/л). Остальные показатели очищенной воды также отвечали требованиям СанПиН. При этом улучшение нормируемых показателей обеспечивалось при очень малых дозах Праестола вследствие больших \bar{M}_n . Производственными испытаниями под-

тверждено, что при использовании ГПР по сравнению с ПР мутность очищенной воды снижалась на 18%, а содержание в ней АІ (III) - на 26%. Последнее является следствием наличия в макромолекулах ГПР карбоксилатных групп, способных к образованию комплексов с ионами АІ (III).

Таблица 2. Эффективность очистки природной воды под действием флокулянтов - ПР (СГ 3 мол%) и ГПР (СГ 19 мол%) в сочетании с коагулянтом - сульфатом алюминия.

С _к	С _п мг/л	Очищенная вода			
		Мутность, мг/л		АІ (III), мг/л	
		ПР	ГПР	ПР	ГПР
13	0,015	1,10	0,97	0,33	0,28
13	0,017	1,16	1,09	0,32	0,27
13	0,010	1,34	1,26	0,38	0,29
16	0,013	1,31	0,61	0,18	0,16
16	0,016	1,01	0,90	0,21	0,15

По результатам исследований внесены изменения в технологический регламент очистки природной воды флокулянтом ГПР на волжском водозаборе ОАО «Казаньоргсинтез». Экономический эффект применения ГПР составил

912 000 руб/год. В настоящей работе проведена также оценка эффективности обесцвечивания раствора гумусовых веществ анионными Праестолами и катионными Праестолами совместно с коагулянтом сульфатом алюминия. Эффект обесцвечивания оценивали по значению $\Delta = (n_0 - n) / n$, где n_0 и n соответственно оптическая плотность отфильтрованного раствора гумусовых веществ в отсутствие и в присутствии флокулянта (Ф) и коагулянта (К). Из рис. 3. видно, что при фиксированных концентрациях коагулянта C_k увеличение значений C_p в интервале от 0 до 0.4 мг/л усиливает эффект обесцвечивания как в случае анионного, так и в случае катионного флокулянта. Указанная зависимость становится более явной с повышением значений C_k . При введении сульфата алюминия в воду в результате гидролиза образуются нерастворимые в воде положительно заряженные частицы гидроксидов алюминия, которые адсорбируются на отрицательно заряженных коллоидных частицах гумусовых веществ. Образующиеся в результате этого агрегаты коагулируют. При дополнительном введении флокулянта происходит образование более крупных флокул, что

ускоряет их флокуляцию и обесцвечивает воду. При этом увеличение C_{II} способствовало интенсификации процесса флокуляции и усиливало обесцвечивание воды (рис. 3).

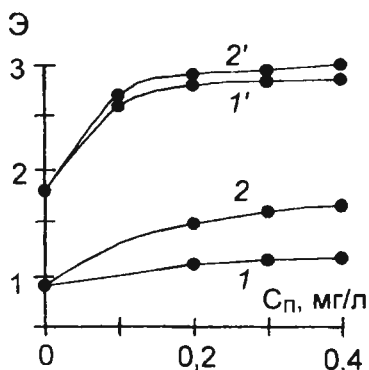


Рис. 3. Зависимость эффекта обесцвечивания воды Э от C_{II} (мг/л) анионного (1,1') и катионного (2,2') Праестола при различной C_K .
 $C_K=18$ (1,2), 40 мг/л (1',2');
 Порядок ввода : (К + Ф) с интервалом 1 мин.

($[\eta]=1800\text{см}^3/\text{г}$, содержание звеньев Na-AK 20 мол%) по сравнению с катионным Праестолом ($[\eta]=690\text{см}^3/\text{г}$, содержание звеньев МХ ДМАПА 20 мол%). О величине \bar{M}_η судили по значениям $[\eta]$, поскольку, согласно уравнению Марка-Хаувинка, $[\eta] \sim \bar{M}_\eta$. Отмеченные на рис. 3 высокие значения Э у катионного Праестола является следствием, очевидно, эффективного связывания гуминовых кислот аминокислотными группами катионного флокулянта в интерполимерных комплексах.

В работе было оценено влияние химического состава макромолекул катионного Праестола на обесцвечивание воды. Установлено, что характер зависимости обесцвечивания (Э) и адсорбции (Г) от содержания звеньев МХ ДМАПА (β) в составе макромолекул Праестола является симбатным. Симбатна зависимостям Э и Г и зависимость

Образование флокул в случае анионного флокулянта отнесено к взаимодействию отрицательно заряженных макромолекул флокулянта с положительно заряженными частицами гидроксидов алюминия. В случае катионного флокулянта образование флокул могло реализовываться в основном за счет образования интерполимерных комплексов между положительно заряженными макромолекулами флокулянта и отрицательно заряженными макромолекулами гуминовых кислот. Из рис. 3 видно, что во всем исследуемом интервале значений C_{II} эффект обесцвечивания у катионного Праестола проявляется в большей степени по сравнению с анионным Праестолом, несмотря на большую молекулярную массу (\bar{M}_η) у анионного

$\eta_{уд}/C_{П}$ от содержания ионогенных звеньев в составе макромолекул Праестола. При этом максимум зависимости $\Theta = f(\beta)$ отмечен при $\beta = 20-27$ мол% и обусловлен наибольшими значениями $\eta_{уд}/C_{П}$ и, следовательно, $(\bar{r}^2)^{1/2}$. Высокие значения $(\bar{r}^2)^{1/2}$ способствовали связыванию макромолекулами флокулянта (через интерполимерные комплексы) наибольшего числа молекул гуминовых кислот, что приводило к увеличению эффекта обесцвечивания.

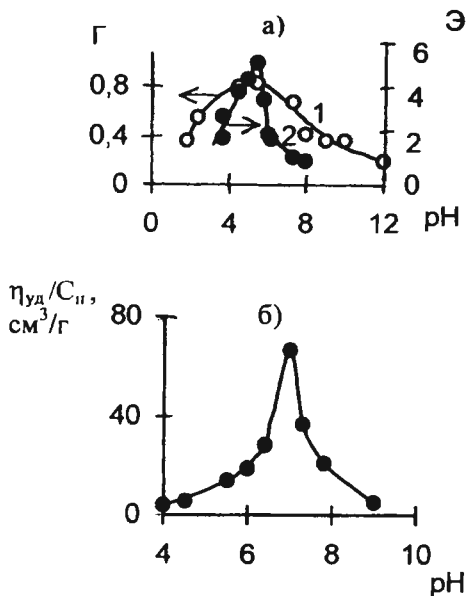


Рис. 4. Зависимость эффекта обесцвечивания Θ (1а), адсорбции Γ (2а) и $\eta_{уд}/C_{П}$ (в воде) (б) в водных растворах гумусовых веществ для катионного Праестола ($\beta = 20$ мол%) от рН среды.

$C_{П}$, мг/л = 0,2 (2а,б); 0,5 (1а).

$C_{К} = 48$ мг/л (1а)

что увеличивало $(\bar{r}^2)^{1/2}$ и $\eta_{уд}/C_{П}$. При дальнейшем росте рН повышалась концентрация противоионов и усиливалось экранирование ими фиксированных зарядов цепи. Это ослабляло электростатические отталкивания зарядов цепи, что уменьшало $(\bar{r}^2)^{1/2}$, $\eta_{уд}/C_{П}$ и Γ . Из данных рис. 4 необходимо отметить, что положения максимумов на кривых $\Theta=f(pH)$, $\Gamma = f(pH)$ и $\eta_{уд}/C_{П} = f(pH)$ несколько различались.

Изучено влияние рН среды на обесцвечивание и адсорбцию флокулянтов (рис.4). Полученные зависимости имеют экстремальный вид с максимумом при рН ~ 6. Характер зависимостей Θ и Γ обусловлен экстремальным характером изменения значений $(\bar{r}^2)^{1/2}$ и $\eta_{уд}/C_{П}$ (при $C_{П}$ неизменной) от рН.

С увеличением рН повышалась степень диссоциации карбоксильных групп флокулянта и гуминовых кислот. Это усиливало электростатические отталкивания одноимённых зарядов вдоль цепей,

Можно полагать, что основные причины этого несоответствия связаны с влиянием на зависимость Э и Г изменения (при варьировании рН) состава, величины заряда и растворимости продуктов гидролиза сульфата алюминия, участия в агрегации частиц при $pH > 8,3$ фенольных групп гуминовых веществ, а также изменение конформации макромолекул гуминовых кислот.

ВЫВОДЫ

1. Интенсифицирован процесс флокуляции в модельных и реальных дисперсных системах под действием ПАА, ГПАА, анионных и катионных Праестолов при совместном и раздельном применении с минеральными коагулянтами - сульфатом и гидроксохлоридом алюминия.
2. В производственных условиях получены опытные партии ГПАА щелочным гидролизом «аммиачного» ПАА и проведены их испытания при водоочистке.
3. Разработана методика потенциометрического определения СГ промышленного ПАА в природной воде с относительным стандартным отклонением и относительной погрешностью измерения не превышающими 1,4 и 3,3 % соответственно.
4. Показано, что флокулирующая способность флокулянтов Праестолов при совместном и раздельном применении с коагулянтом возрастает с увеличением их концентрации и молекулярной массы полимера, а также при замене одновременного дозирования ПФ и К на последовательную и при переходе от порядка дозирования (ПФ+К) на (К+ПФ).
5. Установлены зависимости эффекта обесцвечивания и адсорбции анионных и катионных Праестолов от химического состава и конформации макромолекул и значений рН среды. Максимальные значения эффекта обесцвечивания и адсорбции соответствуют содержанию в катионном Праестоле 20 - 27 мол% звеньев МХ ДМАПА, в анионном Праестоле 20 мол% звеньев Na-АК и при рН 7.
6. Разработана технология водообработки анионными Праестолами на водозаборе ОАО «Казаньоргсинтез» с экономическим эффектом 912 000 руб/год и водообработки гидролизованным «аммиачным» ПАА на КУП «Водоканал», г. Казань.

Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

1. *Чуриков Ф.И., Снизирев С.В., Куренков В.Ф.* Потенциометрическое определение степени гидролиза промышленного полиакриламида в природной воде // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 1998, № 6, Т. 64. - С. 9 - 10.
2. *Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Снизирев С.В.* Получение частично гидролизованного полиакриламида и применение его при очистке природной воды // Вестник Казан. технол. ун-та, 1998, № 2.-С.104-108.
3. *Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Снизирев С.В.* Седиментация суспензии каолина в присутствии частично гидролизованного полиакриламида и сульфата алюминия //ЖПХ.1999. Т. 72.№ 5.-С.828-831.
4. *Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Снизирев С.В.* Очистка природной воды анионными флокулянтами Праестолами совместно с коагулянтом сульфатом алюминия // ЖПХ. 1999. Т. 72. №9.-С. 1485-1489.
5. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Дервеедова Е.А., Чуриков Ф.И.* Влияние анионных флокулянтов Праестолов на флокуляцию суспензий каолина // ЖПХ. 1999. Т. 72. №11. С. 1892-1896.
6. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Ленько О.А., Чуриков Ф.И.* Влияние молекулярных характеристик анионных Праестолов на флокуляцию суспензий каолина в присутствии коагулянта сульфата алюминия // Вест. Казан. технол. ун-та. 1999. №1-2. Казань: Новое знание.С.97-101.
7. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Шишкарева Л.С.* Обесцвечивание воды анионными и катионными флокулянтами Праестолами совместно с коагулянтом сульфатом алюминия // ЖПХ. 2000. Т. 73. №2. С.257-261.
8. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Чуриков Ф.И.* Сравнение эффективности при водоочистке гидроксохлорида и сульфата алюминия в отсутствие и присутствии полиакриламида // ЖПХ. 2000. Т.73. №8. С. 1346-1349.
9. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Когданина Л.С.* Обесцвечивание водных растворов гумусовых веществ в присутствии катионного Праестола и сульфата алюминия // ЖПХ. 2001. Т.74. №1. С. 83-87.
10. *Куренков В.Ф., Снизирев С.В., Чуриков Ф.И., Рученин А.А., Лобанов Ф.И.* Получение анионного флокулянта щелочным гидролизом

2-00

полиакриламида (Праестола 2500) в водных растворах и применение его при водоочистке // ЖПХ. 2001. Т. 74. №3. С. 435-438.

11. Куренков В.Ф., Снигирёв С.В. Флокулирующие свойства полимеров: Метод. указания /Казан. гос. технол. ун-т. Казань. 2000. 32С.

12. Снигирев С.В., Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Заббаров А.Н. Интенсификация процесса водоочистки гидролизированным полиакриламидом // Тез. докл. 4 традиц. конф. стран СНГ «Процессы и оборудование экологических производств». Волгоград : Из-во Волгоград. ун-та. 1998. - С. 43 - 44.

13. Снигирев С.В. , Куренков В.Ф. , Чуриков Ф.И. Очистка природной воды с помощью флокулянта Праестола и коагулянта сульфата алюминия. // Тез. докл. 5 Междун. конф. «Нефтехимия-99». Нижнекамск. 1999. С. 218-219.

14. Снигирев С.В. , Куренков В.Ф. , Чуриков Ф.И., Зотов Н.А. Оценка эффективности применения промышленных полиакриламидных флокулянтов в процессах водоочистки // Тез. докл. междун. конф. «Экономика и экология вторичных ресурсов». Казань : Из-во КФЭИ, 1999. С. 180-181.

15. Снигирёв С.В., Шишкарёва Л.С., Куренков В.Ф. Закономерности обесцвечивания воды анионными и катионными Праестолами совместно с сульфатом алюминия // Тез. докл. 13 междун. конф. мол. учёных по химии и хим. технол. МКХТ-99. М.: Из-во РХТУ. ч.3. С.30.

16. Снигирёв С.В., Вовченко В.Е., Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И. Применение анионного полиакриламида в технологии очистки воды // Тез. докл. конф. «Чистая вода». Казань. 2000. С. 60-61.

17. Снигирёв С.В., Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Зотов Н.А. Оптимизация применения анионных полиакриламидных флокулянтов для очистки природной воды // Тез. докл. конф. «Энергосбережение в химической технологии». Казань. КГТУ. 2000. С.230.

Соискатель



Снигирёв С.В.

Заказ 141

Тираж 80 экз.

Офсетная лаборатория КГТУ (КХТИ)
420015, Казань, К. Маркса, 68.