

**Bukatenko N.** // Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - №44(950), P.123-127

In this article the experimental data about an influence of hydrogen indices on the purification process of detergent solutions are given. Im.:2 : Bibliogr.: 5.

**Key words:** flotation of soap-suds, to a great extent of purification.

*Надійшла до редакції 10.09.2012*

**УДК 628.16:676.12:628.3:676.088**

**М. Д. ГОМЕЛЯ**, д-р техн. наук, проф., НТУУ «КПІ», Київ;

**Т. О. ШАБЛІЙ**, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ КАТІОННИХ ФЛОКУЛЯНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД**

Вивчено процеси катіонування поліакриламід амінами та аміаком, визначено умови ефективної поліконденсації амінів з епіхлоргідрином з отриманням полікатионітів, розроблено процеси гідрофобізації при етерофікації оцтовою та акриловою кислотами. Дані флокулянти підвищують ефективність освітлення вод. Іл.: 4. Бібліогр.: 7 назв.

**Ключові слова:** флокулянт, флокуляція, освітлення, поліконденсація, полікатионіт.

### **Вступ**

Вирішення проблеми очищення стічних вод в значній мірі визначає стан поверхневих водойм, якість води в централізованих системах водопостачання, так як водні об'єкти – місця скиду стічних вод в більшості випадків є джерелами водопостачання.

В ряду задач, що вирішуються в процесах очищення стічних вод є інтенсифікація освітлення стічних вод перед їх біохімічним очищенням на міських очисних спорудах. Особливо гостро стоїть проблема при освітленні стоків з високою концентрацією завислих речовин. Наприклад, на паперових виробництвах при використанні макулатури (особливо макулатури низької якості) концентрація завислих речовин в стічних водах сягає 3000-4000 (а інколи і більше) мг/дм<sup>3</sup>. ХСК такої води також сягає тисяч мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що без значного освітлення такої води не можна очікувати ефективного її очищення на міських очисних спорудах, не можна сподіватися на повторне використання її у виробництві.

Вирішити дану проблему в значній мірі можна при використанні ефективних флокулянтів. А враховуючи те, що завислі речовини та колоїдні домішки в даних стоках характеризуються негативними значеннями в нейтральному середовищі, то найбільш перспективними є катіонні флокулянти.

### **Постановка проблеми, мета роботи**

Не дивлячись на широкий асортимент синтетичних флокулянтів, які сьогодні пропонуються на ринку України, проблема пошуку нових способів синтезу ефективних флокулянтів є досить актуальною. Головна причина цьому – високі ціни на існуючі полімери та значна їх токсичність. Так, найкращим катіонним флокулянтом, який забезпечує високу ефективність очищення стічних та

© М. Д. ГОМЕЛЯ, Т. О. ШАБЛІЙ, 2012

природних вод, є поліетиленімін (ПЕІ). Проте він є токсичною речовиною з достатньо вираженими кумулятивними властивостями. ГДК ПЕІ для господарсько-побутових водойм складає 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, а для рибогосподарських водойм – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. Крім того, при деструкції та зменшенні молекулярної маси молекул ПЕІ його токсичність різко зростає. Мономер етиленімін є високотоксичною сполукою. Крім того, виробництво ПЕІ не впроваджено ні в Україні, ні в інших країнах СНД. Ціни на імпортований продукт на сьогодні дуже високі, щоб використовувати його для очищення значних об'ємів стоків. З іншого боку, поліакриламід (ПАА) є нетоксичною речовиною вітчизняного виробництва. Проте він має низьку ефективність при очищенні стоків навіть при застосуванні в композиції з алюмінієвими коагулянтами. При індивідуальному використанні він практично не впливає на ефективність відділення змулених речовин із стічних вод при відстоюванні. Інший катіонний флокулянт – ВПК-402 (полідиметилдіалліламонійхлорид), хоча і ефективніший в порівнянні з ПАА, проте є значно токсичнішим. ГДК для об'єктів питного та господарсько-побутового призначення становить 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, проте він викликає патогістологічні зміни в життєвоважливих органах риб при концентрації у воді, 0000125 мг/дм<sup>3</sup> [1]. Важливим фактом є також те, що для синтезу ВПК-402 використовують високотоксичні речовини – аліл хлористий та диметиламін.

Найкращими флокулянтами для очищення вод є катіонні полімери з високою молекулярною масою (ММ=104-107), які найчастіше є полімерними четвертинними амонійними солями або поліамінами.

Синтезують їх найчастіше на основі етиленіміну, аліламінів, вінілпіридинів, стирулу, вінілбензолу, похідних акрилової кислоти, гуанідину [2]. Надоступнішим мономером, що широко використовується для синтезу флокулянтів є акрилонітріл, світове виробництво якого сягає 2,5 млн.т/рік [3-7].

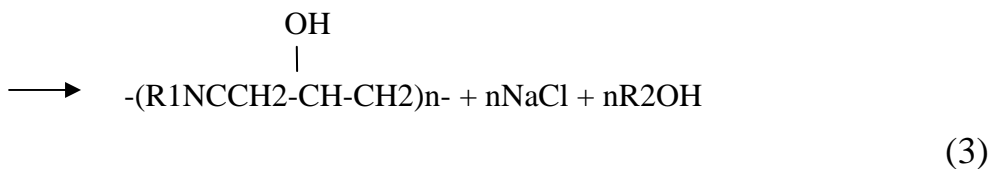
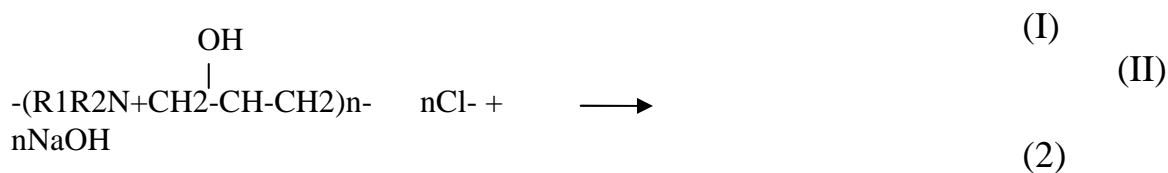
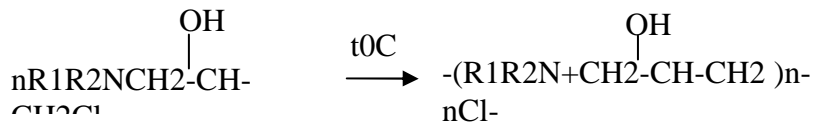
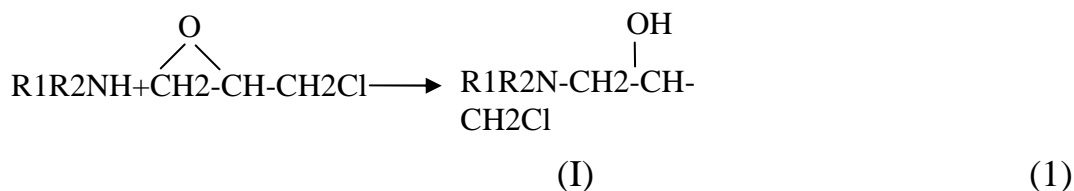
Поліакрилонітріл (ПАА) є найбільш поширеним неіонним флокулянтом. На його основі отримують як аніонні флокулянти при модифікуванні його гідролізом в лужному середовищі, так і катіонні флокулянти при модифікуванні його диметиламіном.

Слід відмітити, що катіонні флокулянти, отримані як при сополімеризації аміномістких мономерів з акриламідом, так і при його модифікуванні амінами, є дорогими реагентами, що в значній мірі обмежує їх застосування.

Метою роботи була розробка методів синтезу полікатіонітів з доступної сировини, методів катіонування поліакриламідів, оцінка ефективності розроблених коагулянтів при очищенні стічних вод паперових виробництв, які характеризуються високою каламутністю та агрегативною стійкістю.

### **Виконання досліджень, аналіз отриманих результатів**

Перспективним реагентом для утворення катіонних полімерів є епіхлоргідрин. Особливість його будови така, що епоксидне кільце легко взаємодіє з амінами. Крім того, хлорметильна група також досить легко вступає в реакцію з амінами, що забезпечує утворення полімеру:



Реакція (3) можлива, коли  $R_2=H$ .

Як аміни використовували анілін ( $R_1=C_6H_5$ ;  $R_2=H$ ), морфолін ( $R_1R_2=O(CH_2CH_2)_2$ ), моноетаноламін ( $R_1=HOCH_2CH_2$ ;  $R_2=H$ ), метиламін ( $R_1=CH_3$ ;  $R_2=H$ ), диетилентриамін (ДЕТА) ( $R_1=H_2NCH_2CH_2NHCH_2CH_2NH$ ;  $R_2=H$ ).

При використанні аніліну отримали поліоксипропіленанілінхлоргідрат (Алколін-А) (структура II,  $R_1=C_6H_5$ ;  $R_2=H$ ). Синтез вели протягом 15 годин при температурі 140-150 °С. На початковому етапі до нагрітого розчину аніліну поступово додавали розчин епіхлоргідрину при температурі 70-80 °С. Після змішування реагентів розчинник відганяли. Флокулянт є гідрофобним і ефективний при вилучення з води гідрофільних домішок.

Водорозчинні полімери отримано при використанні морфоліну, моноетаноламіну, метиламіну та диметилтриаміну. Метод синтезу як описано вище. У випадку синтезу хлоргідратів поліамінів суміші амінів з епіхлоргідрином нагрівали при 140-150 °С (реакції 1,2). При отриманні поліамінів, при змішуванні епіхлоргідрину з аміном додавали розчин лугу (реакції 1, 2, 3). Далі, після відділення розчинника, суміш нагрівали при температурі 140-150 °С.

Були отримані поліоксипропіленморфолінійхлоргідрат (Алколін-МХ) ( $R_1R_2=O(CH_2CH_2)_2$ ), поліоксипропіленетаноламін (Алколін-Е) ( $R_1=HOCH_2CH_2$ ,  $R_2=H$ ), поліоксипропіленетаноламонійхлоргідрат (Алколін-ЕХ) ( $R_1=HOCH_2CH_2$ ;  $R_2=H$ ), поліоксипропіленметиламін (Алколін-М) ( $R_1=CH_3$ ;  $R_2=H$ ), поліоксипропіленполідиметилентриамін (Алколін-ДТ)

(R1=H2NCH2CH2NH-; R2=H), поліоксипропіленполідіетилентриамінхлоргідрат (Алколін-ДТХ) (R1=H2NCH2CH2NHCH2CH2NH-; R2=H).

Отримані полімери– Алколін-Е, його хлоргідрат Алколін-ЕХ, Алколін-М, Алколін-МХ, Алколін-ДТ та Алколін-ДТХ, є світло-жовтими полімерами, які плавляться при нагріванні до 70–100 0С, дуже добре розчинні в воді. Добре розчиняється в воді і сополімер аніліну, моноетаноламіну та епіхлоргідрину Алколін-АЕМ.

Слід відмітити, що реальна структура полікатионітів Алколін-ДТ та Алколін-ДТХ є значно складнішою, аніж це представлено в реакції (3). Так як молекула діетилентриаміну містить не один, а три атоми азту з приблизно однаковою реакційною здатністю, то скоріше за все полімер буде не лінійного, і сітчастого типу хаотичної структури.

При використанні в реакціях (1 і 2) 10 % надлишку епіхлоргідрину отримали полімери Алколін-ДТХ-1, 20 % надлишку епіхлоргідрину - Алколін-ДТХ-2, 50 % надлишку - Алколін-ДТХ-3.

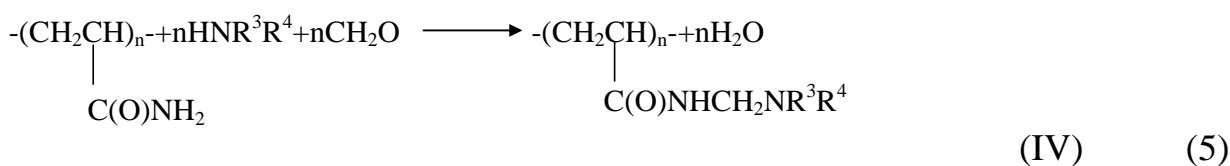
Оскільки полімери типу Алколін-ДТХ є досить гідрофільними, то для підвищення їх гідрофобності обробляли оцтовою та акриловою кислотами. В разі оцтової кислоти відбувається етерифікація, або утворення амідів. В разі використання акрилової кислоти, крім ефірних та амідних зв'язків, можливе алкілування амінних груп при взаємодії з вінільними групами:



Тому в даному випадку можливе зшивання полімерних молекул.

Оцтову кислоту добавляли в кількості 0,2; 0,5; 1,0 моль на 1 моль ДЕТА, використаного при отриманні полімеру. Отриманим флокулянтам присвоїли шифри відповідно- Алколін-ДТО-0,2, Алколін-ДТО-0,5, Алколін-ДТО-1,0. Акрилову кислоту добавляли в кількості 0,1; 0,2 та 0,3 моля на 1 моль ДЕТА з отриманням відповідно флокулянтів Алколін-ДТА-0,1, Алколін-ДТА-0,2, Алколін-ДТА-0,3.

Катіонування поліакриламід (ПАА) проводили при використанні аміаку, амінів та формальдегіду (реакція(5)).



де R3=H-, R4=H-; R3=H-, R4=-HNCH2CH2NH2; R3=CH3-, R4=CH3-.

В роботі використовували 7 % гель ПАА з середньою молекулярною масою приблизно 2000000.

Процеси модифікації проводили з використанням різних співвідношень реагентів (таблиці 1, 2, 3).

Таблиця 1 - Співвідношення реагентів при модифікації поліакриламід у аміаком

Кількість реагенту, г	Кількість реагентів, моль		Концентрація розчину, г/дм3	Шифр сполуки
ПАА	NH3	формальдегід		

10,65	0,15	0,15	30	МПА-А-1
10,65	0,105	0,105	28	МПА-А-2
10,65	0,075	0,075	26	МПА-А-3

Таблиця 2 - Співвідношення реагентів при модифікації поліакриламідру етилендіаміном

Кількість реагенту, г	Кількість реагентів, моль			Концентрація розчину, г/дм <sup>3</sup>	Шифр сполуки
	НСІ	ЕДА	формальдегід		
ПАА					
10,65	-	0,15	0,15	43	МПА-Е-1
10,65	-	0,105	0,105	37	МПА-Е-2
10,65	-	0,105	0,158	37	МПА-Е-3
10,65	-	0,075	0,075	32	МПА-Е-4
10,65	-	0,075	0,113	32	МПА-Е-5
10,65	-	0,075	0,15	32	МПА-Е-6
10,65	0,075	0,075	0,075	32	МПА-Е-7
10,65	0,15	0,075	0,07	32	МПА-Е-8
10,65	0,15	0,075	0,15	32	МПА-Е-9

Для очищення стічних вод (ВАТ «Київський картонно-паперовий комбінат») використані синтезовані флокулянти, що характеризуються більшим поверхневим зарядом, в порівнянні з ПАА. Їх ефективність порівнювали з найбільш ефективними флокулянтами фірм «Штокгаузен» та «Сіба». Результати приведено в таблицях 4-8 та на рис. 1-4.

Таблиця 3 - Співвідношення реагентів при модифікації поліакриламідру диметиламіном

Кількість реагенту, г	Кількість реагентів, моль		Концентрація розчину, г/дм <sup>3</sup>	Шифр сполуки
	ДМА	формальдегід		
ПАА				
10,65	0,15	0,15	39	МПА-ДМ-1
10,65	0,105	0,105	33	МПА-ДМ-2
10,65	0,075	0,075	30	МПА-ДМ-3

Таблиця 4 - Ефективність освітлення стічної води ВАТ «ККПК» синтезованими флокулянтами (Сзм.р.=2600 мг/дм<sup>3</sup>)

Реагент	Доза, мг/дм <sup>3</sup>	Залишкова концентрація змулених речовин, Сзм.р., мг/дм <sup>3</sup>	Об'єм осаду, см <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Ступінь освітлення, %
-	-	667	40	74,35
ПАА	2	583	45	77,58
	5	667	54	74,35
	10	833	60	67,96
	2	567	50	78,19
МПА-Е-1	5	417	60	83,96
	10	385	60	85,19
	10	583	50	77,58
МПА-Е-4	10	583	50	77,58
МПА-Е-6	10	367	85	85,88
МПА-Е-7	10	433	60	83,35
МПА-Е-8	10	567	60	78,19

МПА-Е-9	10	500	70	80,77
МПА-А-3	10	567	70	78,19

Як видно із таблиці 4, флокулянти, отримані при модифікуванні ПАА етилендіаміном та аміаком по реакції Манніха, значно покращили ефективність освітлення води в порівнянні з ПАА. Флокулянти МПА-Е дозволили знизити залишкову концентрацію завислих речовин до 367-433 мг/дм<sup>3</sup> при використанні в дозах 2–10 мг/дм<sup>3</sup>. Для ПАА цей показник був на рівні 583–833 мг/дм<sup>3</sup>.

Цікаво відмітити, що при використанні отриманих флокулянтів (МПА-Е та МПА-А) разом із сульфатом алюмінію (табл. 5) відмічено підвищення ефективності освітлення в порівнянні з самим сульфатом алюмінію, з поліакриламідом, з композицією поліакриламід та сульфатом алюмінію.

При цьому ефективність освітлення для МПА-Е-1 та Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> близька до композиції Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> та флокулянту фірми Штокгаузен “Праестол 611BC”. Залишкові концентрації завислих речовин відповідно сягали 300 та 217 мг/дм<sup>3</sup>, а ступені освітлення – 88,46 та 91,65 %. Як і в попередньому випадку, об'єм осаду зростає з підвищенням ефективності освітлення. Відомо, що при освітленні води відбувається значний вплив реагентів не лише на процес відстоювання, але і на процес фільтрування. При освітленні води з високим вмістом завислих речовин (Сзм.р.=3500 мг/дм<sup>3</sup>) розроблені флокулянти мало впливали як на процес відстоювання, так і на процес освітлення води при фільтруванні через зернисту загрузку (табл. 6). Проте при освітленні води з концентрацією завислих речовин 1095 мг/дм<sup>3</sup> ефективність розроблених флокулянтів зростає.

Таблиця 5 - Ефективність освітлення стічної води ВАТ “ККПК” сумішню флокулянтів та коагулянту (сульфату алюмінію) (Сзм.р.=2600 мг/дм<sup>3</sup>)

Реагент	Доза, мг/ дм <sup>3</sup>	Залишкова концентрація змулених речовин, Сзм.р., мг/дм <sup>3</sup>	Об'єм осаду, см <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Ступінь освітлення, %
-	-	733	40	71,81
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	30	633	60	75,65
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; ПАА	30; 5	400	80	84,62
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; ПАА, гідролізов.	30; 5	433	70	83,35
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; МПА-Е-1	30; 5	300	90	88,46
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; МПА-Е-7	30; 5	333	100	87,19
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; МПА-А-1	30; 5	500	100	80,77
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; Праестол 611BC	30; 5	217	80	91,65

При цьому в меншій мірі підвищується ефективність відстоювання, в більшій мірі зростає ефективність освітлення при фільтруванні (табл. 7). Мінімальна концентрація завислих речовин при відстоюванні (Св) досягла 156

мг/дм<sup>3</sup> (Алколін-ДТА-0,2), без флокулянту - 245 мг/дм<sup>3</sup>. При фільтруванні відмічено зниження концентрації завислих речовин (Сф) до 50-56 мг/дм<sup>3</sup> (Алколін-ДТА-0,2 та Алколін-М), без застосування флокулянтів Сф=136 мг/дм<sup>3</sup>. Ці показники близькі до результатів, отриманих з використанням імпортованих флокулянтів (табл. 8), де мінімальні концентрації Сф сягають 46–49 мг/дм<sup>3</sup>, а Св – 97–145 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 6 - Ефективність очищення стічної води ВАТ “ККПК” синтезованими флокулянтами (Сзм.р.=3500 мг/дм<sup>3</sup>)

Реагент	Доза, мг/дм <sup>3</sup>	Залишкова концентрація змулених речовин, Сзм.р., мг/дм <sup>3</sup>		Об’єм осаду, см <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Ступінь освітлення, Z, %	
		СВ	СФ		ZВ	ZФ
-	-	950	273	40	72,86	92,20
Алколін-ДТ	2	1156	258	40	66,97	92,63
	5	1117	239	60	68,09	93,17
	10	1103	234	75	68,49	93,31
МПА-А-1	2	816	404	40	76,69	88,46
	5	842	457	60	75,94	86,94
	10	1093	298	70	68,77	91,49
Алколін-МХ	2	1039	221	30	70,31	93,69
	5	1132	384	50	67,66	89,03
	10	1082	298	60	69,09	91,49
Алколін-М	2	925	255	60	73,57	92,71
	5	914	302	70	73,89	91,37
	10	876	174	77	74,97	95,03
Праестол 644ВС	2	764	139	100	78,17	96,03
	5	611	182	120	82,54	94,80
	10	276	114	140	92,11	96,74

Таблиця 7 - Ефективність очищення стічної води ВАТ “ККПК” синтезованими флокулянтами (Сзм.р.=1095 мг/дм<sup>3</sup>)

Реагент	Доза, мг/дм <sup>3</sup>	Залишкова концентрація змулених речовин, Сзм.р., мг/дм <sup>3</sup>		Об’єм осаду, см <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Ступінь освітлення, Z, %	
		СВ	СФ		ZВ	ZФ
-	-	245	136	40,0	77,63	87,58
Алколін-МХ	2	274	107	40,0	74,98	90,23
	5	258	96	57,5	76,44	91,23
	10	260	97	62,5	76,26	91,14
Алколін-М	2	217	120	47,5	80,18	89,04
	5	168	70	50,0	84,66	93,61
	10	159	56	55,0	85,48	94,89
Алколін-ДТ	2	272	98	50,0	75,16	91,05
	5	266	91	55,0	75,71	91,69
	10	310	77	70,0	71,69	92,97

Алколін-ДТА-0,2	2	203	118	50,0	81,46	89,22
	5	169	91	55,0	84,57	91,69

Продолжение таблицы 7

	10	156	50	62,5	85,75	95,43
МПА-А-1	2	241	98	40,0	77,99	91,05
	5	254	107	50,0	76,80	90,23
	10	271	124	57,5	75,25	88,68
МПА-А-2	2	293	114	45,0	73,24	89,59
	5	304	113	50,0	72,24	89,68
	10	315	100	70,0	71,23	90,87
МПА-ДМ-1	2	257	83	45,0	76,53	92,42
	5	252	107	50,0	76,99	90,23
	10	253	124	65,0	76,89	88,68

Таблиця 8 - Ефективність очищення стічної води ВАТ “ККПК” флокулянтами виробництва фірм “Штокгаузен” та “Сіба” (Сзм.р=1095 мг/дм<sup>3</sup>)

Реагент	Доза, мг/дм <sup>3</sup>	Залишкова концентрація змулених речовин, Сзм.р., мг/дм <sup>3</sup>		Об’єм осаду, см <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Ступінь освітлення, Z, %	
		СВ	СФ		ZВ	ZФ
-	-	245	136	40	77,63	87,58
Магнофлок 1011	2	181	99	80	83,47	90,96
	5	211	116	90	80,73	89,41
	10	215	127	110	80,36	88,40
Магнофлок 10	2	145	102	70	86,76	90,68
	5	144	120	100	86,85	89,04
	10	169	126	120	84,57	88,49
Магнофлок 919	2	97	92	75	91,14	91,60
	5	153	104	85	86,03	90,50
	10	117	99	90	89,32	90,96
Праестол 611BC	2	181	79	60	83,47	92,79
	5	156	71	70	85,75	93,52
	10	150	46	90	86,30	95,80
Праестол 650BC	2	236	101	60	78,45	90,78
	5	257	66	65	76,53	93,97
	10	669	56	80	38,90	94,89
Праестол 853BC	2	684	125	50	37,53	88,58
	5	735	67	70	32,88	93,88
	10	374	49	90	65,84	95,53

Флокулянти на основі епіхлоргідрину та ДЕТА (Алколін-ДТХ та Алколін-ДТА)



показали високу ефективність не лише в даній партії води, але і при освітленні води з концентрацією завислих речовин 1339 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1-4). Самі полікатіоніти Алколін-ДТХ поступаються флокулянтам ВПК-402 та ПЕІ. Проте модифіковані акриловою кислотою полімери (Алколін-ДТА) та оцтовою кислотою (Алколін-ДТО) не поступаються по ефективності ПЕІ, який в цілому є досить ефективним і забезпечує ступінь освітлення >95 % та зниження концентрації завислих речовин до 20–50 мг/дм<sup>3</sup> при відстоюванні води.

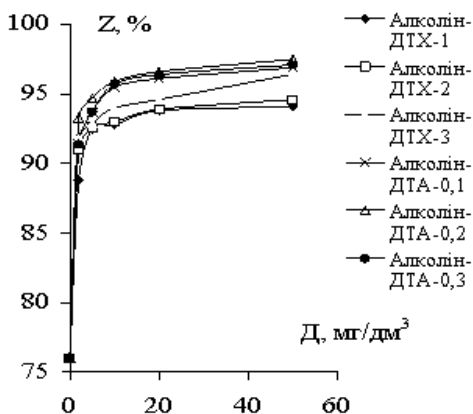


Рис. 2. Залежність ступеню освітлення води від типу та дози флокулянту (Сзм.р.= 1339 мг/дм<sup>3</sup>)

В цілому можна сказати, що більшість із розроблених флокулянтів суттєво підвищують ефективність освітлення стічних вод паперових виробництв в порівнянні з поліакриламідом, а ряд реагентів за своєю ефективністю не поступаються відомим високоефективним катіонним флокулянтам

### Висновки

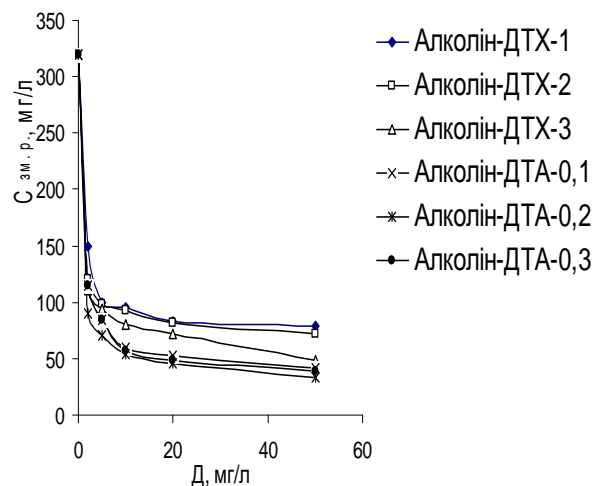


Рис.1. Залежність концентрації змулених речовин від типу та дози флокулянта

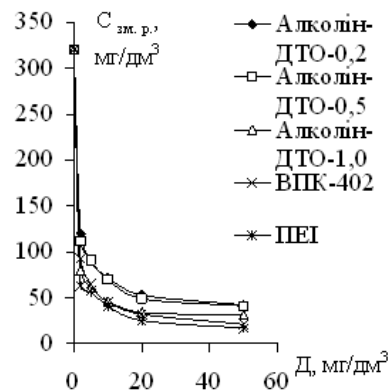


Рис. 3. Залежність залишкової концентрації змулених речовин від типу та дози флокулянту (Сзм.р. = 1339 мг/дм<sup>3</sup>)

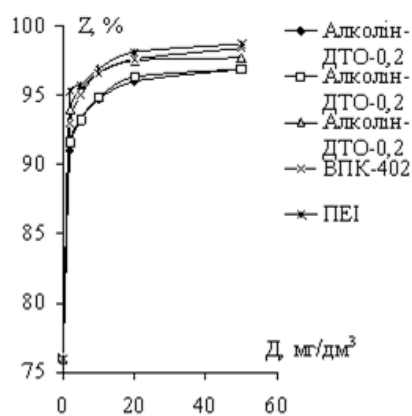


Рис. 4. Залежність ступеню освітлення від типу та дози флокулянту (Сзм.р.= 1339 мг/дм<sup>3</sup>)

Розроблено спосіб отримання полікатионітів шляхом поліконденсації амінів з епіхлоргідрином. Визначено умови катионування поліакриламідів з допомогою формальдегіду та аміаку або амінів. Визначено ефективність розроблених флокулянтів при очищенні стічних вод паперових виробництв. Показано, що ряд продуктів поліконденсації амінів з епіхлоргідрином та продукти катионування поліакриламідів суттєво підвищують ефективність освітлення стічних вод як при відстоюванні, так і при фільтруванні, і в ряді випадків не поступаються за ефективністю дорогим імпортованим катионним флокулянтам.

**Список літератури:** 1. А. Ю. Чернобережский, Л. К. Коровин, А. М. Бейм. Токсикологическая оценка флокулянта ВПК-402 для очистки сточных вод / Бумажная промышленность. – 1990. – № 9. – С. 14. 2. Вейцер Ю. И., Миц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 200 с. 3. Абрамова Л.И. Получение катионных флокулянтов на основе сополимеров акриламида / Абрамова Л.И., Наволокина Р.А., Зильберман Е.Н., Данов С.М. // Журнал прикл. химии. – 1996. – Т. 69, № 9. – С. 1572-1574. 4. Пат. 4514551 США, МКИ С 08 F 2/38. Process for the preparation of cationic polymers: Пат. 4514551 США, МКИ С 08 F 2/38/ Furuno Akihisa, Inukai Kenichi, Ogawa Jasuo; Mitsubischi Rayon Co., Ltd, Liafloc Co., Ltd. - № 572753; Заявл. 23.01.84; Опубл. 30.04.85; № 58-8799 (Япония); Приор. 24.01.83; НКИ 526/233. 5. Казанцев О.А. Синтез полимерного флокулянта на основе акриламида, формальдегида и диэтиламина / Казанцев О.А., Ширмин К.В., Казаков С.А., Иголкин А.В., Кузнецова Н.А. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2002. – Т. 45. - № 2. – С. 59-61. 6. Quansai Wu. Синтез и применение катионных флокулянтов при обратной эмульсионной полимеризации // Shiyou huagong gaodeng xue xiao xuebao = I. Petochem. Univ. – 1997. – Т. 10, № 3. – С. 27-29. 7. Пат. 1180827 Канада, МКИ С 02 F 1/56. Polymeric flocculants: Пат. 1180827 Канада, МКИ С 02 F 1/56/ Guillet James E, Heskins Michael, Murray D. Gary. - № 399215; Заявл. 23.03.82; Опубл. 08.01.85; НКИ 526/233.

УДК 628.16:676.12:628.3:676.088

**Розробка методів отримання катионних флокулянтів для очистки концентрованих стічних вод / Гомеля Н. Д., Шаблій Т. А. // Вестник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. - № 44(950). С. 127-136.**

Изучены процессы катионирования полиакриламида аминами и аммиаком, определены условия эффективной поликонденсации аминов с эпихлоргидрином с получением поликатионитов, разработаны процессы гидрофобизации при этерификации уксусной и акриловой кислотами. Данные флокулянты повышают эффективность осветления вод. Из.: 4. Библиогр.: 7 назв.

**Ключевые слова:** флокулянт, флокуляция, осветление, поликонденсация, поликатионит.

UDK 628.16:676.12:628.3:676.088

**Technological monitoring at scenario control of production processes / Zigunov O., Kishenko V. / Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - № 44(450). P. 127-136.**

The processes of cation exchange between polyacrylamide and amines and ammonia were investigated, conditions for effective polycondensation of amines with epichlorohydrin obtaining polycationites were defined, processes of hydrophobization while etherification with acetic and acrylic acids were developed. These flocculants increase the efficiency of water clarification. Im.: 4: Bibliogr.: 7

**Keywords:** flocculant, flocculation, clarification, settling, polycondensation, polycationit.

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

2012