

УДК 622.794

В.В. ТОРМОЗ (магістрант)

Ю.В. МАЙБОРОДА (студентка)

Е.И. НАЗИМКО (д-р техн. наук, проф.)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСВЕЩЕНИЯ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ УГОЛЬНЫЙ ШЛАМ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛОКУЛЯНТОВ МАРКИ BESFLOC

В статье приведены основные сведения о классификации и механизме действия флокулянтов, которые влияют на процесс флокуляции, а также результаты проведенных исследований флокулирующих способностей образцов Besfloc.

Ключевые слова: флокуляция, исследования, вода, осветление, скорость осаждения, флокулянты BESFLOC.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Охрана природы от загрязнений является актуальной проблемой современности, которой в нашей стране уделяется большое внимание. В этой связи проблема очистки природных и сточных вод приобретает большое значение, так как она тесно связана с охраной водных ресурсов. Большинство способов очистки природных и производственных сточных вод, а также способов уплотнения и обезвоживания осадков различного типа основано на применении реагентов.

Анализ исследований и публикаций. Достаточно много исследований посвящено проблеме разработки реагентов для флокуляции различных промышленных вод с целью повышения скорости осаждения твердой фазы разного состава [1-4]. Исследователи заняты поиском и установлением свойств новых соединений, способствующих повышению эффективности процесса, которая оценивается по степени осветления воды и скорости флокуляции. В основном флокулянты представляют собой анионные или катионные реагенты, являющиеся производными хорошо известного полиакриламида. Исследования направлены на снижение стоимости соединений и необходимого их расхода.

В любой природной воде, промышленных или бытовых сточных водах, как правило содержится некоторое количество примесей, как полезных, так и вредных веществ. Такие вещества находятся в воде в растворенном и/или в нерастворенном виде. Нерастворенные в воде частички делятся на суспензии и коллоиды. Суспензии содержат в воде частицы такого размера, которые оседают под действием сил тяжести. Такие примеси удаляются в процессе грубой фильтрации или отстаиванием [1].

Гораздо сложнее обстоит дело с коллоидами. Существуют различные типы коллоидных систем. Размер коллоидных частиц дисперсной фазы составляет 10^{-9} - 10^{-7} м, то есть лежит в интервале от нанометров до микрометров. Эта область превышает размер типичной малой молекулы, но меньше размера объекта, видимого в обычном оптическом микроскопе. Такие загрязнения невозможно удалить методом обычной фильтрации.

Для того, чтобы очистить воду от взвешенных в ней частиц необходимо нарушить равновесие, убрать силы, которые не дают частицам осесть. В этом нам помогают процессы коагуляции и флокуляции [2].

Флокулянты типа Besfloc - вспомогательные средства флокуляции для всех областей разделения фаз «твердое /жидкость» (осветление, уплотнение, обезвоживание). Это органические синтетические высокомолекулярные средства флокуляции на основе полиакриламида [4].

Неионогенные реагенты марки Besfloc являются технически чистым полиакриламидом. В водном растворе они дают нейтральную среду, т.е. имеют неионогенное поведение. Примерный состав: полиакриламид – 92 %, вода – 8 %. Их получают полимеризацией неионных мономеров: окись этилена для получения полиэтинолоксида или акриламида для получения полиакриламида. Молекулярная масса составляет от 1,5 до 10-15 млн.

Анионные флокулянты марки Besfloc являются сополимерами акриламида с возрастающими частичками акрилата, которые добавляют полимерам в водном растворе отрицательные заряды и тем самым анионоактивный характер. Состав: Поли[акриламид-натриевый акрилат] – 92%, вода-8%. Их получают сополимеризацией акриламида и соли акриловой кислоты. Молекулярная масса анионных полимеров колеблется от 3 до 22 млн.

Катионные реагенты марки Besfloc являются сополимерами акриламида с возрастающими частичками катионных мономеров. Внесенные ими в полимер катионные группы имеют в водном растворе положительные заряды. Состав: Поли [акриламид-диметиламиноэтил-акрилат метилхлорид] – 92%, вода – 8%. Их получают полимеризацией солей четвертинной амонийной или третинной аминовой основы диметиламиноэтилметакрилата (акрилата) или их сополимеризацией с акриламидом.

Постановка задачи. Цель работы – провести экспериментальные исследования процесса осветления пульпы, содержащей угольные шламы, с использованием полиакриламидных флокулянтов марки «Besfloc».

Изложение материала и результаты. Компания «Дон-Сиб Поставка» специализирующаяся на поставках материалов для водоподготовки и флокулянтов (полиакриламид) для очистки сточных вод, на поставках и наладке водоподготовительного оборудования и аналитических приборов контроля, является официальным представителем в Украине по продаже и продвижению продукции компании KOLON LIFE SCIENCE. Эта компания предоставила образцы для исследования свойств флокулянтов Besfloc [5].

Были проведены пробные исследования зависимости высоты осветленного слоя оборотной воды от времени с помощью образцов флокулянтов серии Besfloc – K4000, K4020, K4032, K4034, K4041, K4043, K4045 и K4046. Измерение высоты осветленного слоя выполнялось через каждые 10-60с.

В ходе исследований, проведенных в лабораторных условиях, было установлено, что наиболее эффективными оказались флокулянты марок K4000, K4020, K4034 и K4046. Результаты исследований зависимости высоты осветленного слоя от времени при различном содержании твердого в питании показаны в табл. 1 и 2. Графическое изображение зависимости скорости осветления воды приведено на рис. 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты экспериментов при содержании твердого 20 г/л

Час освітлення,с	К 4032				К 4034				К 4041			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	104,00	96,00	99,00	99,67	117,00	123,00	122,00	120,67	195,00	205,00	201,00	200,33
20	148,00	152,00	149,00	149,67	200,00	220,00	211,00	210,33	270,00	250,00	263,00	261,00
30	204,00	196,00	201,00	200,33	235,00	247,00	237,00	239,67	278,00	282,00	281,00	280,33
40	213,00	237,00	225,00	225,00	261,00	259,00	266,00	262,00	296,00	304,00	298,00	299,33
50	266,00	274,00	272,00	270,67	274,00	266,00	272,00	270,67	325,00	320,00	323,00	322,67
60	281,00	289,00	286,00	285,33	282,00	281,00	283,50	282,17	333,00	347,00	345,00	341,67
80	289,00	291,00	289,00	289,67	293,00	306,00	295,00	298,00	340,00	348,00	342,00	343,33
100	298,00	302,00	301,00	300,33	305,00	316,00	308,00	309,67	350,00	344,00	347,00	347,00
120	306,00	304,00	303,00	304,33	331,00	337,00	334,00	334,00	352,00	348,00	351,00	350,33

Продолжение табл. 1.

Час освітлення,с	К 4032				К 4034				К 4041			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	104,00	96,00	99,00	99,67	117,00	123,00	122,00	120,67	195,00	205,00	201,00	200,33
20	148,00	152,00	149,00	149,67	200,00	220,00	211,00	210,33	270,00	250,00	263,00	261,00
30	204,00	196,00	201,00	200,33	235,00	247,00	237,00	239,67	278,00	282,00	281,00	280,33
40	213,00	237,00	225,00	225,00	261,00	259,00	266,00	262,00	296,00	304,00	298,00	299,33
50	266,00	274,00	272,00	270,67	274,00	266,00	272,00	270,67	325,00	320,00	323,00	322,67
60	281,00	289,00	286,00	285,33	282,00	281,00	283,50	282,17	333,00	347,00	345,00	341,67
80	289,00	291,00	289,00	289,67	293,00	306,00	295,00	298,00	340,00	348,00	342,00	343,33
100	298,00	302,00	301,00	300,33	305,00	316,00	308,00	309,67	350,00	344,00	347,00	347,00
120	306,00	304,00	303,00	304,33	331,00	337,00	334,00	334,00	352,00	348,00	351,00	350,33
Час освітлення,с	К 4043				К 4045				К 4046			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	243,00	257,00	245,00	248,33	37,00	43,00	41,00	40,33	68,00	52,00	63,00	61,00
20	270,00	280,00	277,00	275,67	80,00	100,00	97,00	92,33	115,00	105,00	107,00	109,00
30	286,00	274,00	284,00	281,33	125,00	137,00	128,00	130,00	150,00	170,00	158,00	159,33
40	290,00	286,00	289,00	288,33	151,00	149,00	148,00	149,33	218,00	202,00	204,00	208,00
50	288,00	292,00	291,00	290,33	204,00	196,00	203,00	201,00	229,00	241,00	231,00	233,67
60	305,00	295,00	296,00	298,67	232,00	231,00	232,50	231,83	264,00	256,00	258,00	259,33
80	300,00	306,00	304,00	303,33	245,00	257,00	253,00	251,67	277,00	273,00	274,00	274,67
100	307,00	303,00	308,00	306,00	255,00	266,00	258,00	259,67	299,00	291,00	294,00	294,67
120	310,00	305,00	308,00	307,67	271,00	277,00	276,00	274,67	301,00	299,00	302,00	300,67

Из данных следует, что без использования флокулянтов граница раздела осветленного и уплотненного слоя в течение 40 с размывается и трудно наблюдается. При содержании твердого 20 и 40 г/л скорость осветления растет до момента времени 20 с, а затем постепенно уменьшается. При содержании 100 г/л к моменту времени 60 с осаждения почти не наблюдается, а при 90 с принимает максимальное значение.

Таблица 2 – Результаты исследования при содержании твердого 120 г/л.

Час освітлення,с	Без флокулянту				К 4000				К 4020			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	0,00	0,00	0,00	0,00	35,00	36,00	34,00	35,00	37,00	40,00	37,00	38,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00	64,00	62,00	63,00	80,00	75,00	78,00	77,67
60	0,00	7,00	3,70	3,57	85,00	80,00	83,00	82,67	124,00	115,00	120,00	119,67
90	3,00	6,00	5,00	4,67	100,00	97,00	99,00	98,67	135,00	130,00	131,00	132,00
120	15,00	8,00	9,00	10,67	117,00	118,00	119,00	118,00	147,00	140,00	135,00	140,67
150	20,00	11,00	16,00	15,67	137,00	133,00	136,00	135,33	160,00	155,00	158,00	157,67
180	30,00	24,00	28,00	27,33	148,00	145,00	147,00	146,67	176,00	160,00	169,00	168,33
210	40,00	32,00	37,00	36,33	163,00	160,00	165,00	162,67	183,00	170,00	177,00	176,67
240	50,00	43,00	47,00	46,67	176,00	168,00	175,00	173,00	190,00	175,00	104,00	156,33
300	60,00	50,00	54,00	54,67	189,00	180,00	185,00	184,67	201,00	196,00	199,00	198,67
360	70,00	60,00	62,00	64,00	194,00	188,00	187,00	189,67	205,00	203,00	207,00	205,00
420	80,00	70,00	73,00	74,33	202,00	200,00	193,00	198,33	210,00	208,00	211,00	209,67
480	90,00	80,00	82,00	84,00	204,00	203,00	197,00	201,33	217,00	212,00	217,00	215,33
Час освітлення,с	К 4032				К 4034				К 4041			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	30,00	34,00	33,00	32,33	35,00	38,00	36,00	36,33	30,00	33,00	31,00	31,33
30	42,00	47,00	46,00	45,00	55,00	50,00	52,00	52,33	60,00	56,00	57,00	57,67
60	56,00	53,00	54,00	54,33	82,00	78,00	81,00	80,33	80,00	75,00	77,00	77,33
90	68,00	72,00	76,00	72,00	97,00	92,00	95,00	94,67	90,00	100,00	96,00	95,33
120	77,00	84,00	82,00	81,00	112,00	114,00	111,00	112,33	105,00	110,00	106,00	107,00
150	96,00	104,00	102,00	100,67	125,00	120,00	123,00	122,67	112,00	116,00	115,00	114,33
180	101,00	110,00	106,00	105,67	142,00	137,00	139,00	139,33	122,00	120,00	122,00	121,33
210	112,00	123,00	117,00	117,33	155,00	148,00	152,00	151,67	136,00	127,00	129,00	130,67
240	124,00	129,00	127,00	126,67	166,00	158,00	164,00	162,67	140,00	148,00	138,00	142,00
300	140,00	147,00	143,00	143,33	182,00	176,00	180,00	179,33	157,00	163,00	161,00	160,33
360	156,00	160,00	159,00	158,33	191,00	188,00	189,00	189,33	173,00	177,00	171,00	173,67
420	167,00	169,00	167,00	167,67	196,00	194,00	197,00	195,67	183,00	183,00	185,00	183,67
480	174,00	180,00	183,00	179,00	201,00	198,00	198,00	199,00	191,00	187,00	190,00	189,33

Продолжение табл. 2

Час освітлення,с	К 4043				К 4045				К 4046			
	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм	H ₁ ,мм	H ₂ ,мм	H ₃ ,мм	H _{ср} ,мм
10	28,00	43,00	36,00	35,67	33,00	32,00	34,00	33,00	40,00	42,00	36,25	39,42
30	51,00	47,00	50,00	49,33	43,00	45,00	39,00	42,33	60,00	58,00	52,00	56,67
60	63,00	67,00	64,00	64,67	55,00	52,00	51,00	52,67	70,00	73,00	77,00	73,33
90	83,00	85,00	78,00	82,00	68,00	65,00	66,00	66,33	78,00	84,00	78,00	80,00
120	100,00	115,00	99,00	104,67	82,00	75,00	78,00	78,33	85,00	93,00	80,00	86,00
150	128,00	130,00	125,00	127,67	91,00	96,00	94,00	93,67	98,00	107,00	82,00	95,67
180	130,00	134,00	131,00	131,67	100,00	98,00	102,00	100,00	109,00	115,00	90,00	104,67
210	142,00	144,00	145,00	143,67	105,00	103,00	107,00	105,00	117,00	128,00	103,00	116,00
240	164,00	150,00	149,00	154,33	117,00	123,00	125,00	121,67	126,00	140,00	157,00	141,00
300	173,00	170,00	160,00	167,67	140,00	137,00	138,00	138,33	148,00	156,00	164,00	156,00
360	180,00	178,00	181,00	179,67	150,00	145,00	147,00	147,33	160,00	173,00	180,00	171,00
420	189,00	187,00	187,00	187,67	163,00	160,00	162,00	161,67	177,00	186,00	185,00	182,67
480	197,00	194,00	195,00	195,33	172,00	175,00	174,00	173,67	185,00	190,00	197,00	190,67

При содержании твердого в питании 120 г/л скорость осветления постепенно растет до момента времени 240 с.

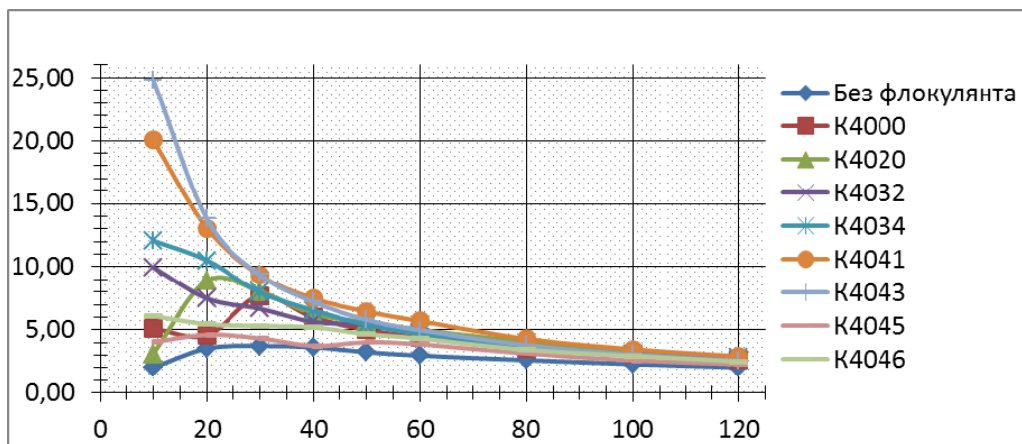


Рис.1. Скорость осветления отходов при содержании твердого 20 г/л

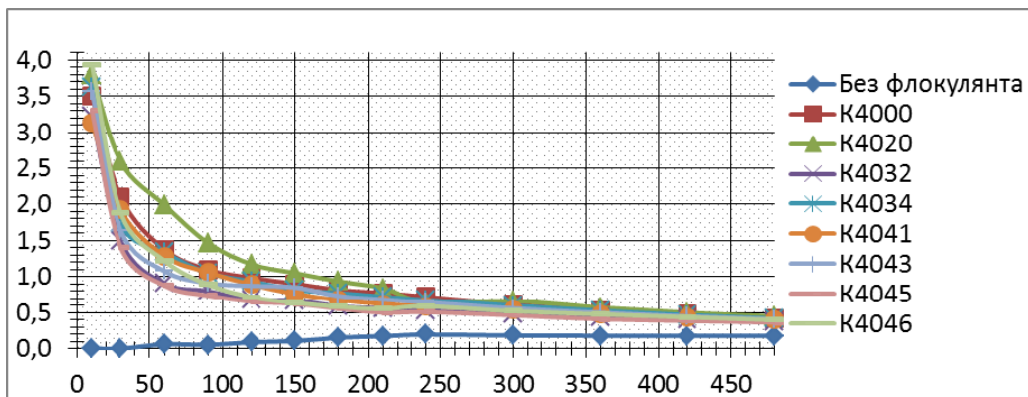


Рис.2. Скорость осветления отходов при содержании твердого 120 г/л

При использовании флокулянта K4000 с содержанием твердого в пульпе 20 г/л скорость осветления максимальна к моменту времени 30 с, после чего снижается. При содержании твердого 40 г/л на графике имеют место колебания скорости осветления. Это связано с особенностями структуры флокулянта и процесса

образования флоккул. При увеличении содержания твердого в питании колебания практически отсутствуют.

С использованием флокулянта K4020 при содержании твердого 20 и 40 г/л скорость осветления растет до момента времени 20с, а затем постепенно уменьшается. При содержании твердого 100 и 120г/л с течением времени скорость осветления постепенно уменьшается.

При использовании флокулянта K4034 для пульпы с содержанием твердого 20, 40, 100 и 120г/л с течением времени скорость осветления плавно уменьшается.

Таким образом, полученные зависимости свидетельствуют о возможности эффективного использования флокулянтов серии Besfloc - K4000, K4020, K4032, K4034, K4041, K4043, K4045 и K4046 в процессе осветления оборотных вод углебогатительных предприятий. Даже при использовании современных активных флокулянтов серии Besfloc подтвердилась общая закономерность, заключающаяся в том, что при повышении плотности питания скорость формирования границы осветленной воды задерживается.

Выводы и направления дальнейших исследований

На базе выполненных исследований определены зависимости высоты осветленного слоя от времени с применением флокулянтов марки Besfloc. Наиболее эффективными оказались флокулянты типа K4000, K4020 и K4034. Их использование позволяет улучшить качество осветления воды и повышает продуктивность очистных сооружений.

Список использованной литературы

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М.: Наука, 2007. – 356 с.
2. Драгінський В.Л. Водопостачання та санітарна техніка / В.Л. Драгінський, Л.П. Алексеева. – 2000.
3. Химия и хим. технология / В.Ф. Куренков, И.В. Ильина, Р.В. Геркин, Н.А. Карнаухов // Изв. вузов. – 2009. – Т.39, №1-2. – С. 71-73.
4. Кожинов І.В. Основні проблеми забезпечення міського населення питною водою та шляхи їх вирішення / І.В. Кожинов, Г.Л. Железнова, Г.А. Орлов // Міжнародний конгрес «Вода: екологія і технологія»: тези доповідей (ЕКВАТЕК-96) / Під ред. Л.І. Ельпінера. – М: 2006. – 92 с.
5. Электронный екурс. – Режим доступа: <http://donsp.com.ua>.
6. Электронный екурс. – Режим доступа: <http://donsp.com.ua/products/flocculants/range.html>.
7. Назимко Е.И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Обезвоживание продуктов обогащения и очистка сточных вод" (для студентов специальности 7.050302) / Е.И. Назимко, Т.А. Гавриленко. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 40 с.

Надійшла до редакції 24.07.2013

В.В. Тормоз, Ю.В. Майборода, О.І. Назимко

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЯСНЕННЯ ВОДИ, ЩО МІСТИТЬ ВУГІЛЬНИЙ ШЛАМ, З ВИКОРИСТАННЯМ ФЛОКУЛЯНТІВ МАРКИ BESFLOC

У статті приведені основні відомості про класифікацію і механізм дії флокулянтів, які впливають на процес флокуляції, а також результати проведених досліджень флокулюючих здібностей зразків BESFLOC.

Ключові слова: флокуляція, дослідження, вода, освітлення, швидкість осадження, флокулянти BESFLOC.

V.V. Tormoz, Yu.V. Maiboroda, L.I. Nazimko

THE PROCESS OF CLEARING COAL SLIME CONTAINING WATER USING BESFLOC FLOCCULANTS

The paper gives basic information about classification and action mechanism of flocculants influencing the process of flocculation and provides the results of the research of Besfloc-flocculants capabilities.

Keywords: flocculation, research, water, lighting up, speed of sedimentation, BESFLOC-flocculants.