

УДК 622.7.01

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ФЛОКУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССАХ СГУЩЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ

Резник А.Е., студент гр. ОПСз-181, VI курс.

Научный руководитель: Клейн М.С., д.т.н., доцент, профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева.  
г. Кемерово

### Введение

Современные производственные процессы на обогатительных фабриках, предусматривают седиментацию или обезвоживание отходов флотации и шламовых вод.

Целью при этом является оптимальное разделение жидкой и твердой фаз при максимально возможной чистоте жидкой фазы (оборотной воды) и наиболее низкой влажности твердой фазы (шлам). Это необходимо для эффективного складирования угольных отходов и сокращения использования дополнительной чистой воды.

Использование системы оборотного водоснабжения позволяет сэкономить подачу заборной воды из естественных природных источников, особенно в районах ее дефицита, оптимизировать технологические процессы и избежать штрафных санкций, предусмотренных за нарушение природоохранного законодательства.

Для достижения этой цели на обогатительных фабриках предусмотрено фильтр-прессовое отделение (ФПО) в котором осуществляется сгущение и обезвоживание отходов флотации. При сгущении суспензий в радиальных сгустителях, и последующем обезвоживании сгущенного продукта на пресс-фильтрах, применяются органические синтетические флокулянты для интенсификации процесса.

В данной работе рассматривается технология обработки отходов флотации на ОФ «Северная» АО "УК "Северный Кузбасс" с использованием флокулянтов. В данный момент на фабрике применяется одна станция приготовления анионного флокулянта и одна станция приготовления катионного флокулянта. Данная схема накладывает определенные ограничения на подбор синтетических флокулянтов для эффективной работы, а именно подача одного анионного флокулянта на процессы сгущения и обезвоживания угольных шламов. Угольные шламы ш. Березовской содержат в себе много тонкосперсной глины, поэтому флокулянту с высокой плотностью заряда тяжелее работать с подобным питанием. В результате происходит повышение удельного расхода и ухудшение качественных показателей в процессе осаждения в сгустителях.

### Цель проведения исследования

Подбор анионных флокулянтов с разной плотностью заряда на процессы сгущения и обезвоживания отходов флотации с целью снижения удельного расхода флокулянтов в указанных процессах, повышение эффективности очистки оборотной воды в радиальном сгустителе, снижение влажности отходов фильтр – пресса и повышение чистоты фильтрата. Это позволит снизить годовые расходы на закупку флокулянтов и повысить стабильность работы ФПО на различных углях.

### Объект исследований

Для исследований было предоставлено по две пробы питания радиального сгустителя и фильтр-пресса при обогащении углей шахты Первомайская и шахты Березовская. На каждой пробе был проведен ситовый анализ, для определения выходов классов и их зольности.

#### ш.Первомайская

Питание радиального сгустителя: содержание твердого 26,3 г/л.

Питание фильтр – пресса: содержание твердого – 261,1 г/л

**Таблица.1 Ситовый анализ питания радиального сгустителя ш. Первомайская**

Размер класса, мм	Масса, г	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
+0,5		нет	
-0,5+0,25		следы	
-0,25+0,125	0,44	1,7	5,9
-0,125+0,063	2,16	8,2	6,4
-0,063+0	23,64	90,1	30,3
Итого:	26,24	100,0	<b>27,9</b>

**Таблица.2 Ситовый анализ питания фильтр – пресса, ш. Первомайская**

Размер класса, мм	Масса, г	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
+0,5	0,94	0,7	15,3
-0,5+0,25	2,81	2,1	37,5
-0,25+0,125	3,51	2,7	39,6
-0,125+0,063	16,00	12,3	20,8
-0,063+0	107,32	82,2	31,7
Итого:	130,57	100,0	<b>30,5</b>

#### ш.Березовская

Питание радиального сгустителя: содержание твердого 20,1 г/л.

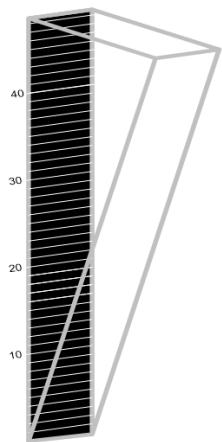
Питание фильтр – пресса: содержание твердого – 304,7г/л

**Таблица.3 Ситовый анализ питания радиального сгустителя ш. Березовская**

Размер класса, мм	Масса, г	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
+0,5		нет	
-0,5+0,25		следы	
-0,25+0,125	0,53	2,9	4,8
-0,125+0,063	1,97	10,7	9,7
-0,063+0	18,84	86,4	41,0
Итого:	21,34	100,0	36,6

**Таблица.4 Ситовый анализ питания фильтр – пресса, ш. Березовская**

Размер класса, мм	Масса, г	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
+0,5	1,74	1,1	38,9
-0,5+0,25	4,76	3,1	63,1
-0,25+0,125	12,08	7,9	42,0
-0,125+0,063	17,60	11,6	21,9
-0,063+0	116,17	76,3	40,1
Итого:	152,35	100,0	38,8



## Исследуемые флокулянты

Для тестирования были отобраны анионные флокулянты Megaflok: 155, 345, 545, BF711, 6336 с различной плотностью заряда, от низкой до очень высокой. Так как для осаждения тонкодисперсных фракций преимущественно необходимы флокулянты с низкой плотностью заряда, а в процессе фильтрации – напротив, флокулянты с высокой степенью заряда. Для сравнения эффективности анионных флокулянтов, в исследовании применяется анионный Мегафлок 9195 и катионный флокулянт Мегафлок PL1800, которые в данный момент применяются на обогатительной фабрике.

## Проведение опытов по сгущению/осветлению

В качестве исходного материала для тестирования использовалось питание радиального сгустителя. Весь объём полученной пробы был сразу разделен на равные порции по 0,5 л при тщательном перемешивании исходного объема. При этом, каждая порция наполнялась за 3 приёма, в определённом порядке. Таким образом, все отобранные порции имели максимально близкий к исходному материалу состав.

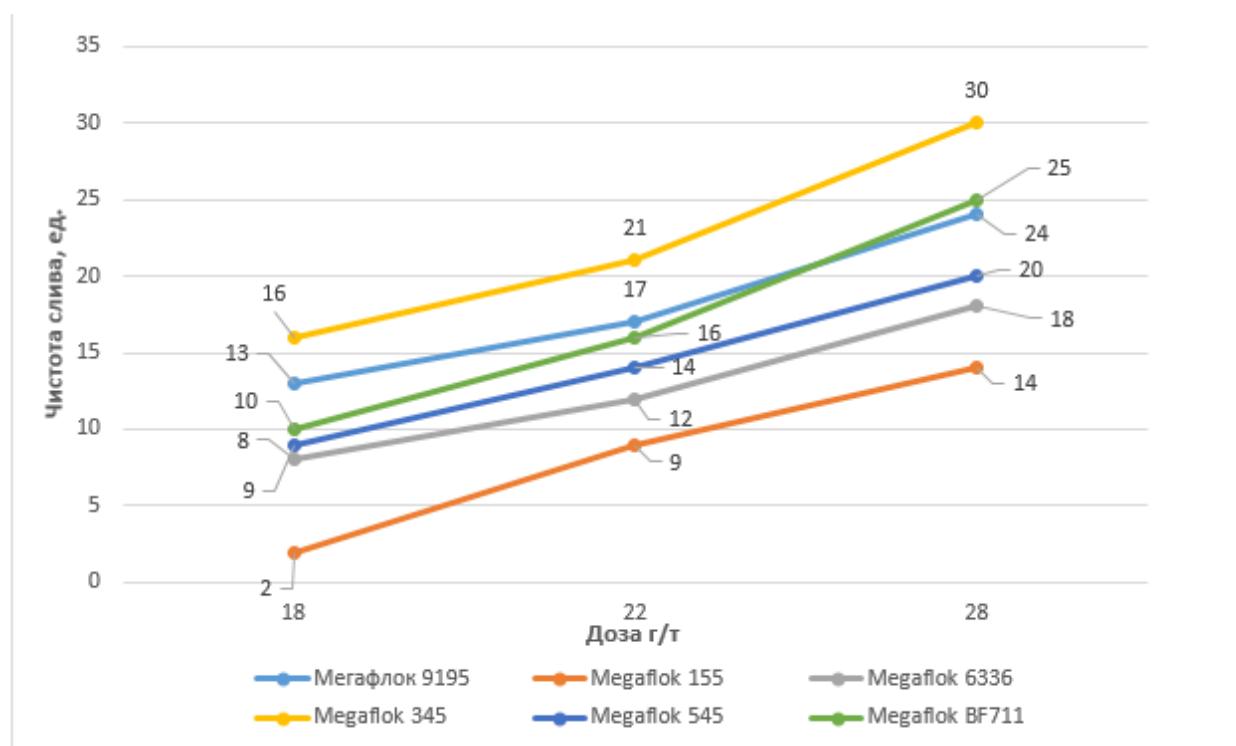
Продукты были протестированы по стандартной методике, в цилиндрах объёмом 500 мл. Для каждого тестируемого продукта определялась скорость осаждения твердой фазы, и чистота осветленного слоя при помощи конуса мутности (рис.1) на различных дозировках реагента. Конус мутности (CW) – применяется при имитации процесса сгущения и осветления угольно-глинистых суспензий, для определения чистоты осветленного слоя, шкала конуса мутности от 1 до 50 единиц (CW от 0 - 10 – мутный слив, CW от 10 до 40 – оптимальный для оборотной воды, CW более 40 – чистая, прозрачная вода без видимых механических примесей).

### *Результаты опытов по сгущению:*

На основании проведенных опытов по углем шахты Первомайской и шахты Березовская, были построены графики зависимости чистоты осветленного слоя от дозы флокулянта грамм на тонну твердого в питании. (рис.2, рис.3)

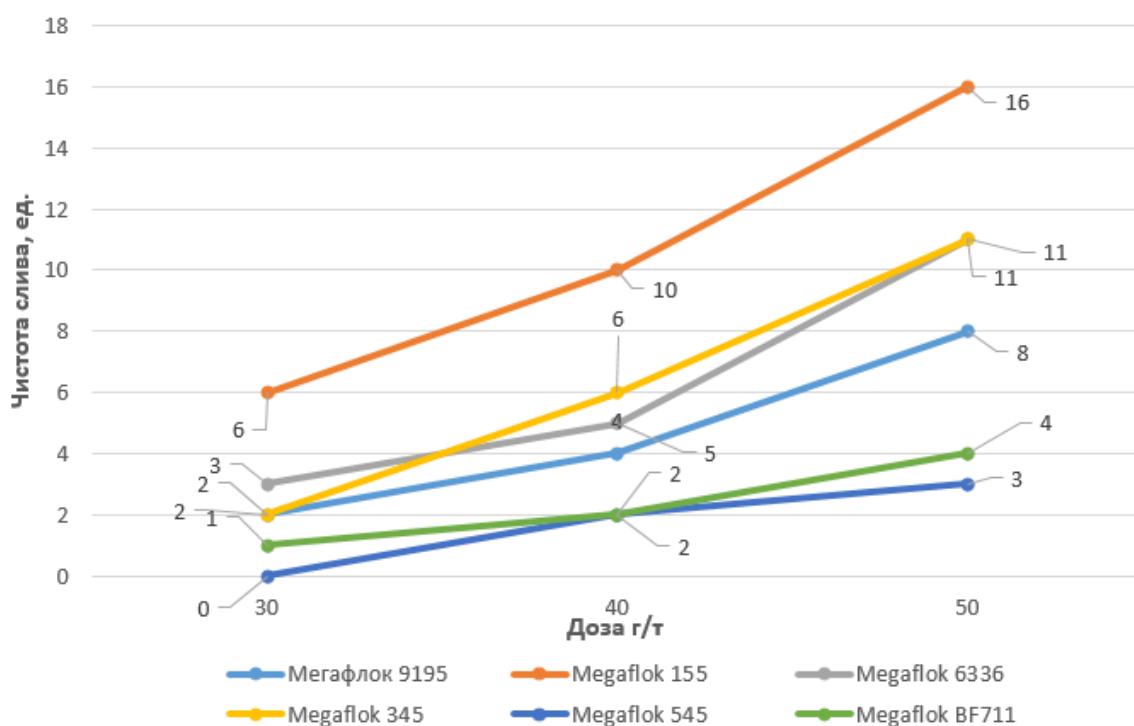
### Рисунок 1

*Конус мутности (CW).* Рисунок.2 Зависимость осветленного слоя от дозы флокулянта. ш. Первомайская



Из результатов, которые изображены на рис.2 видно, что лучшим анионным флокулянтом в стадии сгущения на углях ш. Первомайская является Megaflok 345 с средней плотностью заряда.

Рисунок.3 Зависимость осветленного слоя от дозы флокулянта. ш. Березовская



По результатам рис.3 видно, что лучшим в стадии сгущения на углях шахты Березовская наиболее эффективен анионный флокулянт Megaflok 155 с низкой плотностью заряда, так как это питание содержит большое количество тонкодисперсной глины.

При большом количестве тонкодисперсной глины в питании радиального сгустителя, площадь ее поверхности в несколько раз больше, чем площадь остальных минеральных частиц. В этом случае лучше работают флокулянты с низкой степенью заряда (5-10%), так как при этом минимизируется влияние заряда флокулянта на частицы глины, который препятствует адсорбции и образованию полимерных связей между частицами. При этом низкая анионная активность позволяет закреплять в агрегаты минеральные более крупные частицы (угля, породы и прочих включений) за счет заряда. При малом содержании глины или ее почти полным отсутствием в питании радиального сгустителя, требуются анионные флокулянты с средне - высокой плотностью заряда (25-40%), обеспечивающие активное взаимодействие молекул полимера с минеральными частицами и образование крупных агрегатов.

Оптимальным флокулянтом для осаждения отходов флотации углей двух шахт является Megaflok 345 со средней плотностью заряда.

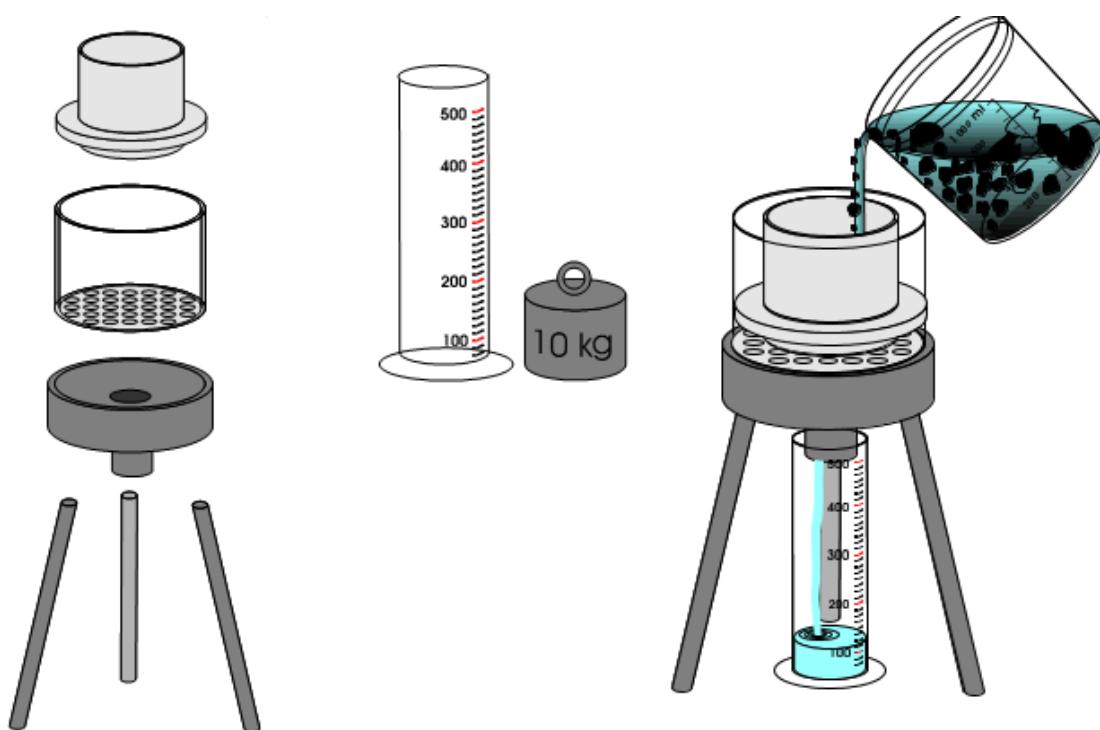
Экономическая целесообразность применения анионного флокулянта Megaflok 345 в сравнении с применяемым на данный момент Мегафлок 9195, с учетом дополнительных исследований по оценке скорости осаждения и чистоте осветленного слоя, общая экономия по удельному расходу на данных углях составила 10.2%. При этом улучшение по чистоте осветленного слоя на 9% и по скорости осаждения на 6%.

Данные результаты достигнуты при удельном расходе по Megaflok 345 в 16 г/т против 18 г/т по Мегафлок 9195 на углях шахты Первомайской. И удельном расходе по Megaflok 345 в 28 г/т против 30 г/т по Мегафлок 9195, на углях шахты Березовская.

### Проведение опытов по фильтрации (обезвоживание)

#### Необходимое оборудование

Прибор для фильтрования, гиря 10 кг, мерный цилиндр 500, мерный стакан 1л, секундомер.



К 250 мл исследуемого сгущенного осадка добавляется анионный флокулянт (0,1 % раствор) и перемешивается осторожным переливанием до полного образования хлопьев. Затем добавляется катионный флокулянт и снова перемешивается. Флокулированный таким образом осадок фильтруется через фильтровальную ткань площадью  $150 \text{ см}^2$ . Использовалась фильтровальная ткань, которая обычно применяется на ленточных фильтр-прессах.

Во время фильтрации фиксируется объём фильтрата через 60 секунд, затем вынимается промежуточная колба и визуально оценивается стабильность полученного кека.

Образовавшийся кек отжимается в течение 90 секунд с помощью 10 кг гири. Затем замеряется общее количество фильтрата. После отжима оценивается отделение кека от сите.

*Результаты опытов по фильтрации:*

Рисунок.4 Зависимость объема фильтрата от дозы анионного флокулянта ш. Первомайская

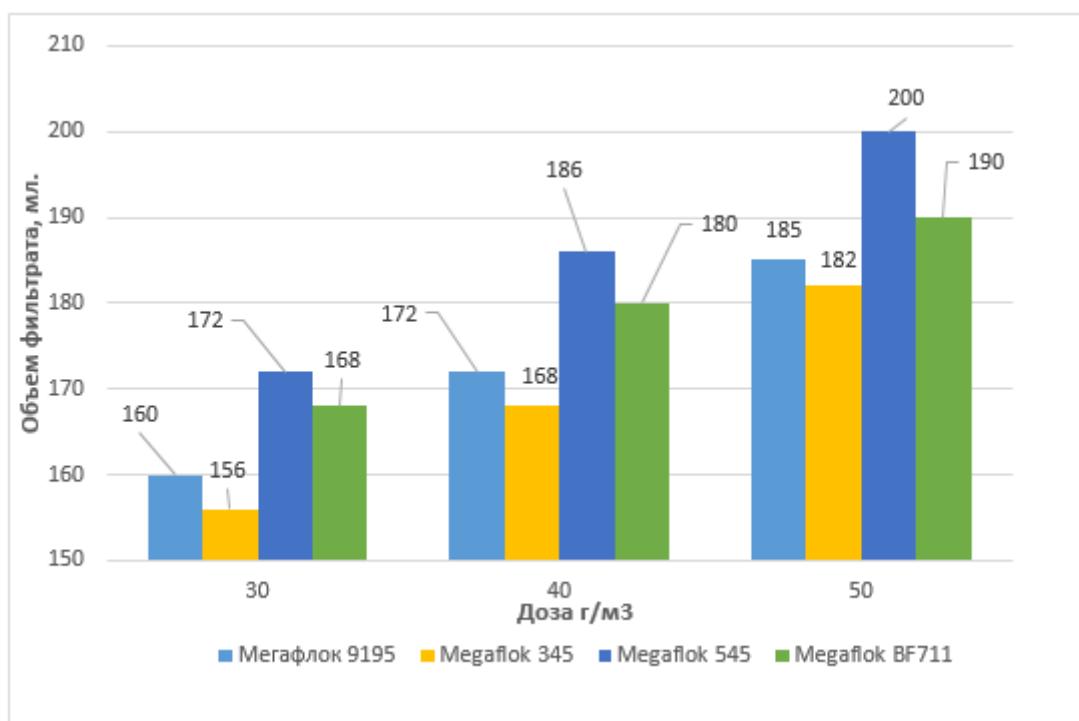
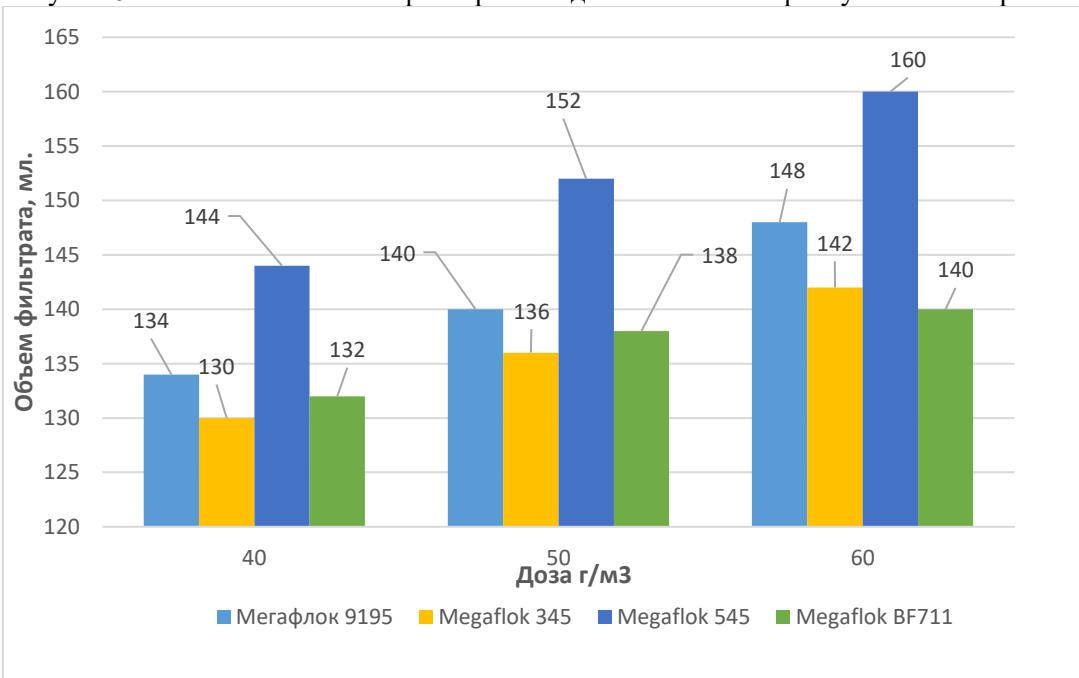


Рисунок.5 Зависимость объема фильтрата от дозы анионного флокулянта ш. Березовская



Из представленных графиков (Рис.4, Рис.5) видно, что с применением анионного флокулянта Megaflok 545 с высокой степенью заряда, наблюдается значительное увеличение объема фильтрата, что под собой предполагает лучшую дренирующую способность обработанного материала и следовательно уменьшение влажности кека. Для стадии фильтрации, требуется высокоактивный анионный флокулянт, так как в питании фильтр-пресса уже присутствуют укрупненные агрегаты после стадии сгущения. Интенсификация процесса обезвоживания, в этом случае реализуется за счет образования больших флокул под действием анионного флокулянта и скрепления(сжатия) флоккул под действием катионного флокулянта.

Экономическая целесообразность применения анионного флокулянта Megaflok 545 в сравнении с применяемым на данный момент Мегафлок 9195, с учетом дополнительных исследований по оценке чистоты и объему фильтрата, общая экономия по удельному расходу на данных углях составила 13.5%. При этом улучшение по чистоте фильтрата составило 14% и объем фильтрата на 8.5%. Данные результаты достигнуты при удельном расходе по Megaflok 545 в 25 г/м<sup>3</sup> против 30 г/м<sup>3</sup> по Мегафлок 9195 на углях шахты Первомайской. И удельном расходе по Megaflok 545 в 35г/м<sup>3</sup> против 40 г/м<sup>3</sup> по Мегафлок 9195, на углях шахты Березовская.

### **Выводы**

Для оптимизации процессов сгущения и фильтрации в условиях ОФ «Северная», рекомендовано применение анионных флокулянтов Megaflok 345 и Megaflok 545 с разной степенью заряда. Это позволит снизить удельный расход и улучшить качественные показатели обработки отходов флотации.

### **Список литературы**

1. Обезвоживание продуктов обогащения полезных ископаемых: учебное пособие для обучающихся образовательных учреждений высшего профессионального образования / В. Г. Науменко, В. Г. Самойлик, Н. А. Звягинцева, Е. А. Назимко; - Донецк: ДОННТУ, 2019. – 180 с.