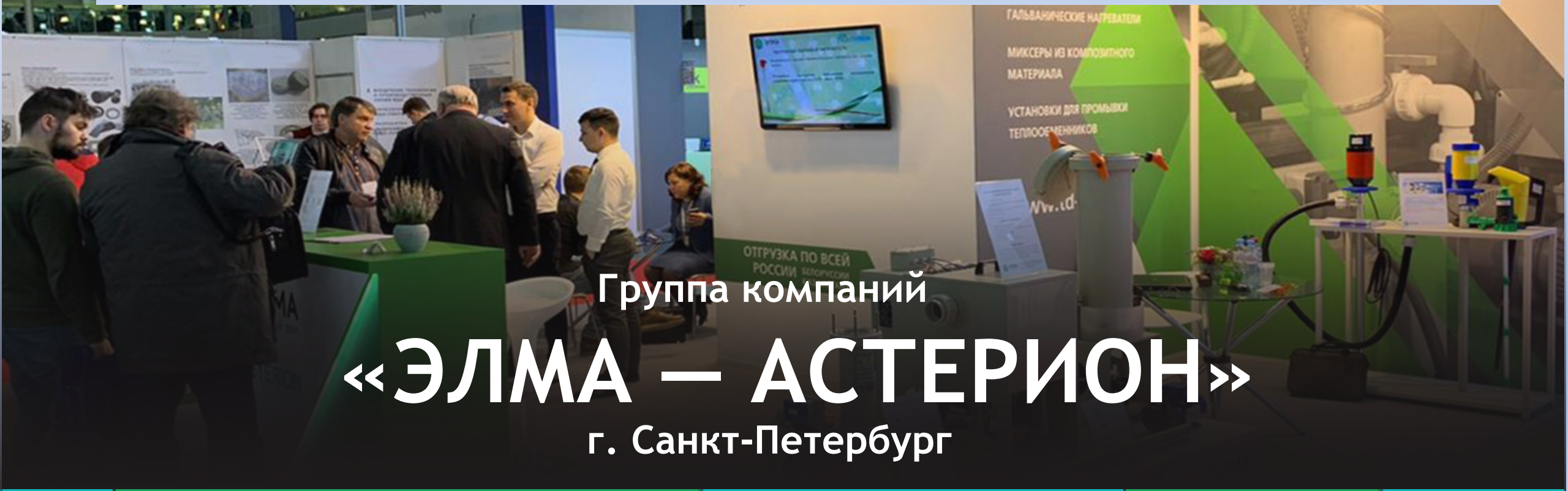


# Оборудование реакгентных хозяйств

Григорьева А.Н., к.т.н., ген.директор



Группа компаний

# «ЭЛМА — АСТЕРИОН»

г. Санкт-Петербург

# О КОМПАНИИ



**2004**

Создана компания ТД ЭЛМА, основная специализация — поставка химических насосов.

**2010**

Основание компании «Астерион» - производство насосов с проточной частью из неметаллических материалов.

**2013**

Компания «Астерион» — член ассоциации российских производителей насосов. Разработка и запуск производства перемешивающих устройств из композитных материалов.

**2020**

ООО «Астерион» — участник инновационного центра Сколково.

**2022**

Численность персонала- более 50 человек.

подробное видео:

[/www.youtube.com/watch?v=4QYyUNlkowQ](https://www.youtube.com/watch?v=4QYyUNlkowQ)



# Наши публикации:

В научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК:

Григорьева А.Н., Абиев Р.Ш., «Влияние геометрии перемешивающего устройства на диаметр пузырьков воздуха при перемешивании в системе газ-жидкость.» Химическая промышленность сегодня, с. 18-22, 2019, №5.

Григорьева А. Н., Абиев Р. Ш. Исследование процесса суспендирования с использованием конической мешалки на примере процесса нейтрализации серной кислоты ОАО «Святогор». Водоснабжение и санитарная техника., сс. 11-20, 2020. № 12

Григорьева А.Н., Абиев Р.Ш., «Сравнительный анализ влияния геометрической формы рабочих колес перемешивающих устройств на эффективность суспендирования в системе жидкость-твердое.» Известия СПбГТИ(ТУ), сс 94-97 №45, 2018.

В научных журналах, индексируемых в базе Scopus

Григорьева А. Н., Абиев Р. Ш. К выбору типа и частоты вращения мешалки для эффективного перемешивания флокулянтов в воде. Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 2 (82) сс27-36

А. Н. Григорьева и Абиев Р.Ш. Экспериментальное и теоретическое исследование процесса перемешивания при растворении флокулянтов в воде. CRC Press/Balkema. Передана в печать

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 683 078** (13) **C1**

(51) МПК  
B01F 7/18 (2006.01)  
B01F 7/26 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B01F 7/18 (2019.02); B01F 7/26 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018120860, 06.06.2018	(72) Автор(ы): Абиев Руфат Шовкет оглы (RU), Григорьева Анастасия Николаевна (RU)
(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 06.06.2018	(73) Патентообладатель(и): Непубличное акционерное общество "Астерион" (RU)
Дата регистрации: 26.03.2019	(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US D735291 S, 28.07.2015. RU 26446073 C1, 01.03.2018. RU 2311951 C1, 10.12.2007. RU 2455058 C1, 10.07.2012. DE 102005016948 B3, 04.01.2007. DE 4218027 A1, 03.12.1992.
Приоритет(ы): (22) Дата подачи заявки: 06.06.2018	
(45) Опубликовано: 26.03.2019 Бюл. № 9	
Адрес для переписки: 196158, Санкт-Петербург, Дунайский пр., 7, корп. 7, кв. 176, Абиеву Р.Ш.	

RU 2 683 078 C1

(54) Перемешивающее устройство

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для процессов перемешивания в гетерогенных системах: для суспендирования, гомогенизации суспензии, особенно в больших объемах, в том числе при особых требованиях по бережному перемешиванию, когда касательные напряжения в жидкости не должны превышать некоторый порог, допустимый с точки зрения предотвращения разрушения частиц, например, активного ила. Перемешивающее устройство может быть использовано на предприятиях химических и гидрометаллургических производств, пищевой, фармацевтической промышленности, в водоочистке для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, и также в тех отраслях промышленности, где по условиям производства необходимо предотвратить образование осадка на дне аппарата и поддерживать твердую фазу в суспендированном состоянии, обеспечивая хороший массообмен от частиц к жидкости. В перемешивающем устройстве, содержащем установленную на вращающемся вертикальном валу ступицу, на которой закреплены лопасти с

диск, диск прикреплен к лопастям снизу, лопасти имеют изогнутую форму поверхности с образующей, параллельной валу, на внутреннем диаметре лопасти снабжены отогнутой полкой для крепления к ступице, а на внешнем диаметре лопасти снабжены горизонтальной площадкой для крепления к диску, при этом в диске выполнено центральное отверстие, а верхняя кромка лопасти выполнена снижающейся от наружного диаметра ступицы к внешнему диаметру диска, а нижняя кромка лопасти выполнена снижающейся от наружного диаметра ступицы к диаметру отверстия в диске. Угол между касательной к поверхности лопасти в точке ее крепления к ступице и касательной к ступице выполнен в диапазоне от 15 до 90°, а угол между касательной к поверхности лопасти в точке с наибольшим диаметром и касательной к поверхности диска выполнен острым, при этом присоединение лопастей к ступице и диску производится при помощи резьбовых крепежных элементов. Изобретение обеспечивает улучшение качества перемешивания, упрощение конструкции перемешивающего устройства, более простую

RU 2 683 078 C1

## О компании



- **Предприятие полного цикла:** разработка, изготовление под ключ, тех. поддержка, продажи, монтаж, сервисное обслуживание и обучение заказчиков.



- **Математическое моделирование перемешивания:** проектный отдел разработка индивидуальной геометрии мешалок, исходя из требования заказчика по согласованному техническому заданию.

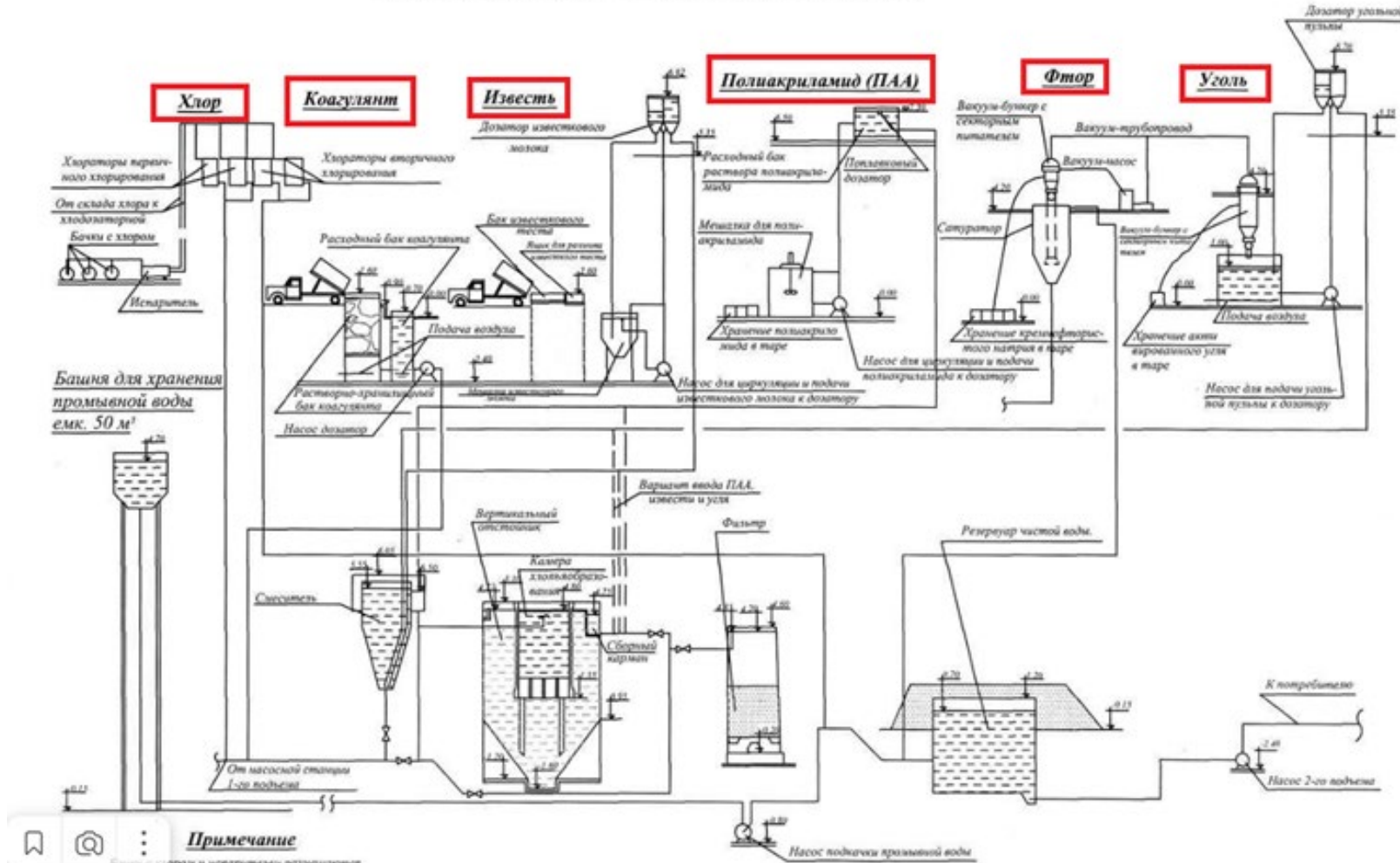


- **Собственный лабораторный комплекс:** моделирование процесса перемешивания, проверка потребляемой мощности, вибрации, уровня шума и критической частоты вращения перемешивающих устройств.



- **Высокие стандарты качества:** пройдена сертификация по стандарту ISO9001. Внедрено бережливое экологичное производство. 100% контроль качества в процессе производства.

Технологическая и высотная схема улучшения качества воды  
для хозяйственного-питьевого водоснабжения



**Примечание**

Бачки с хлором и испаритель размещаются в отдельном здании здания склада хлора

## Принципиальная технологическая схема химического обессоливания воды

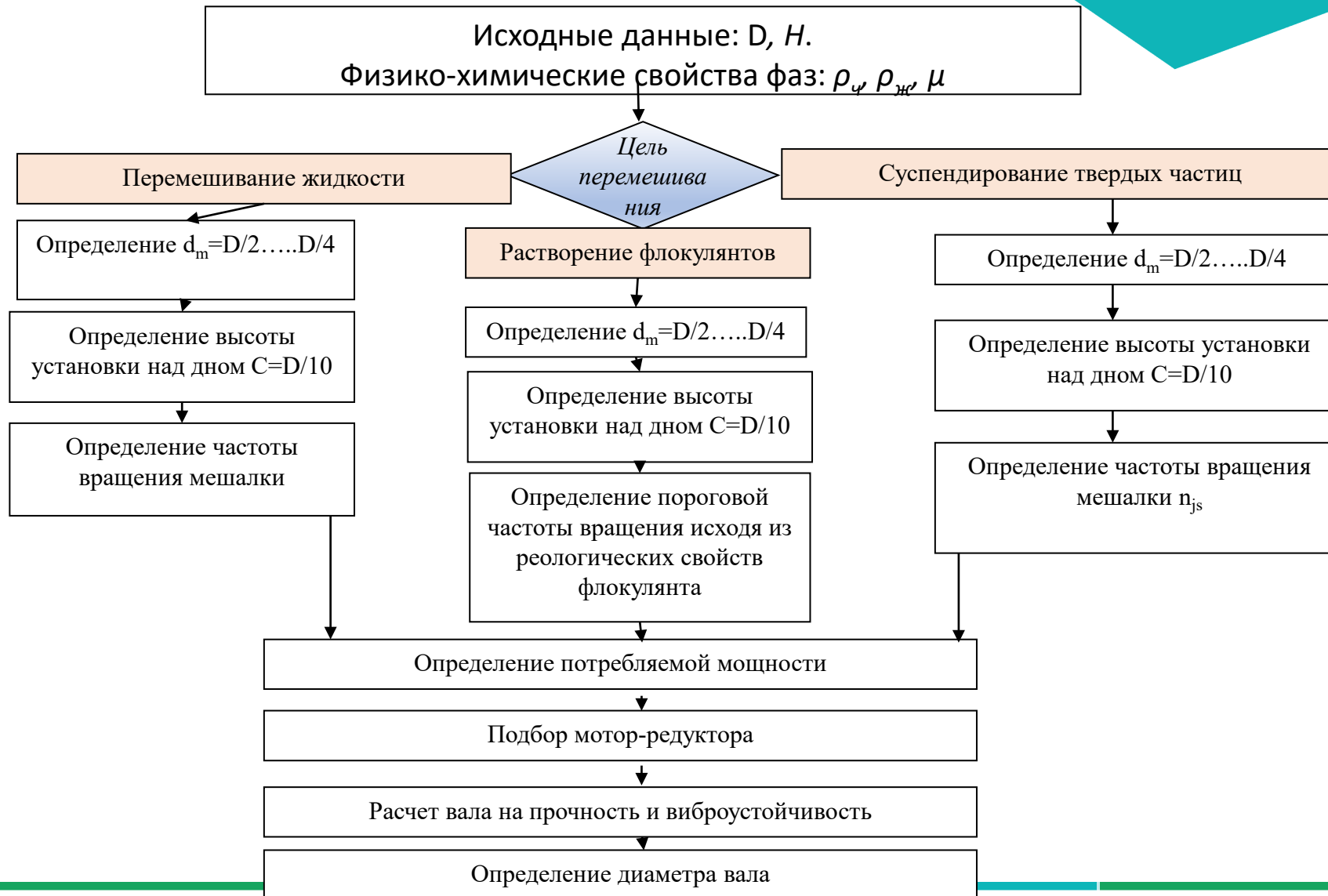


- 1 – осветлитель; 2 – бак осветленной воды;**  
**3 – механический фильтр; 4 – H-катионитный**  
**фильтр; 5 – OH-анионитный фильтр;**  
**6 – шламоуплотнительная станция**

## Основные сооружения для реагентной обработки воды:

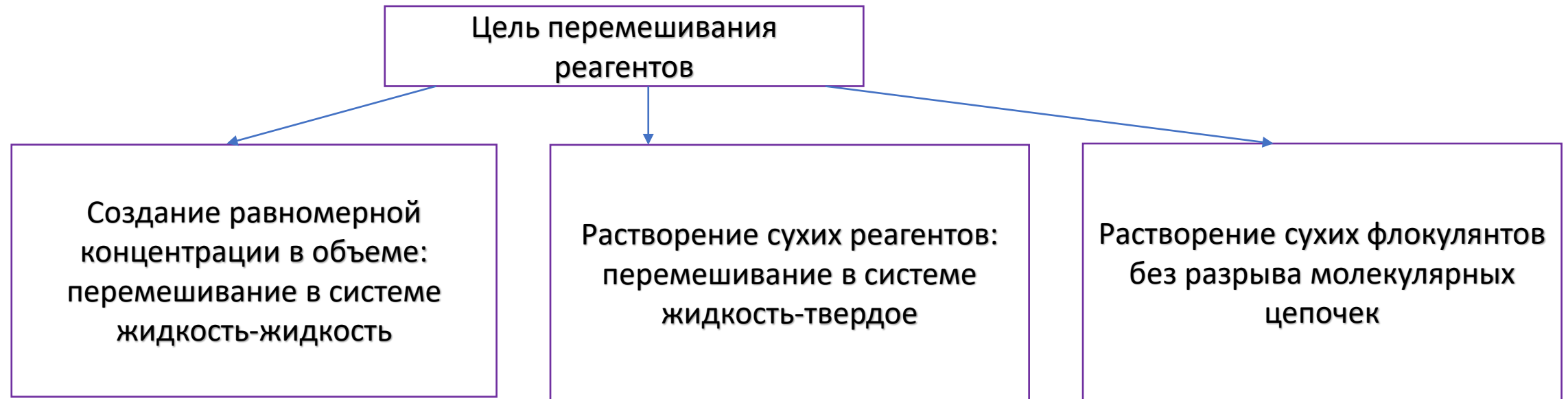
- Склады и емкости для хранения
- Оборудование для загрузки и дозирования сухих реагентов
- Оборудование для «мокрого» дозирования
- Известковое хозяйство
- Резервуары для хранения реагентов и их растворов
- **Комплектные станции растворения и дозирования**
- Электрокоагуляторы

# Общий алгоритм расчета аппарата с мешалкой





# Принцип расчета перемешивающих устройств для реагентного хозяйства



# Перемешивание в системе жидкость-твердое

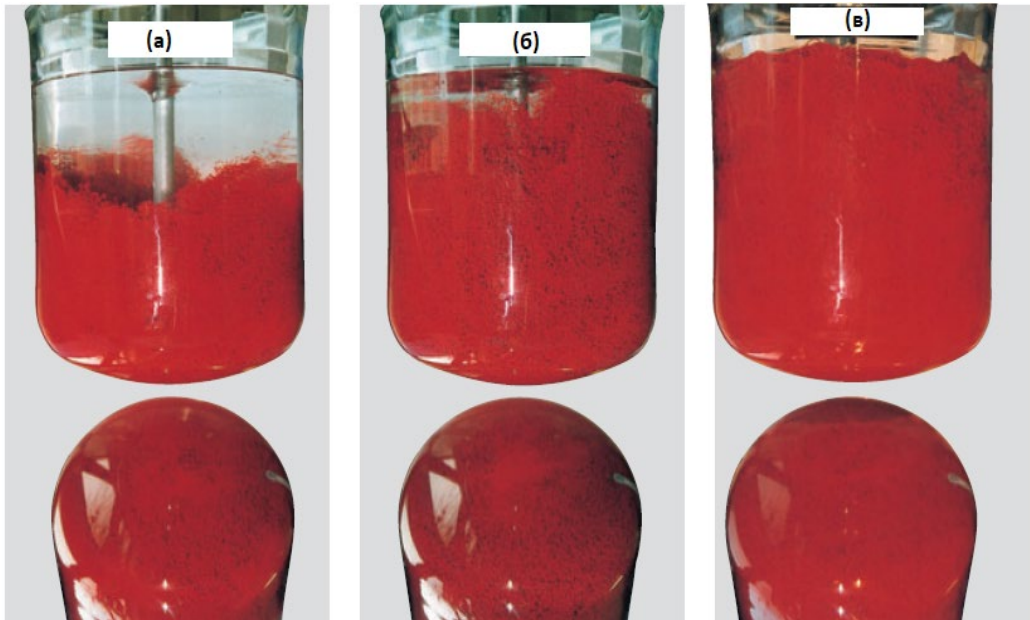


Рис.1. Различные режимы суспендирования

$$n_{js2} = A'' \left( \frac{g(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}})}{\rho_{\text{ж}}} \right)^{0,5} \frac{d_{\text{ч}}^{1/6} x^n}{k_N^{1/3} d_M^{2/3}} \frac{D}{d_M} \quad (1)$$

**$A''$**  – константа Айранчи-Креста

$D$  – диаметр аппарата

$k_N$  - коэффициент мощности мешалки, м,

$\nu$  - кинематическая вязкость жидкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ,

$d_M$  – диаметр мешалки, м,

$d_{\text{ч}}$  – диаметр частиц, м,

$\rho_{\text{ч}}$  – плотность частиц,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости (суспензии),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

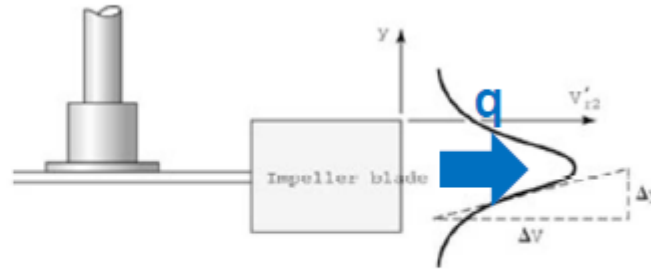
$B$  – концентрация твердых включений, %

# Перемешивание в системе жидкость-жидкость



**q**

Аксиальное рабочее колесо



Лопасты для радиального потока

$$t_T = \frac{5V}{Q'} = \frac{5\pi T^2 H}{4N_Q' ND^3} = \frac{const}{N_Q' N} \times \left(\frac{T}{D}\right)^2 \Rightarrow Nt_T = \frac{const}{N_Q'} \times \left(\frac{T}{D}\right)^2$$

Где  $t$  - время смешивания, с

$N_Q$  - константа, зависит от геометрии лопастей

$T$  - диаметр емкости, м

$D$  - диаметр мешалки, м

$Nt_T$  - частота вращения мешалки для пятикратной циркуляции жидкости в объеме,  $s^{-1}$

## Перемешивание флокулянтов

Макромолекулы флокулянта достаточно гибкие и находятся в воде в свернутом состоянии в виде молекулярных клубков (рис. 2а), которые начинают раскрываться по мере разбавления раствора (рис. 2б)

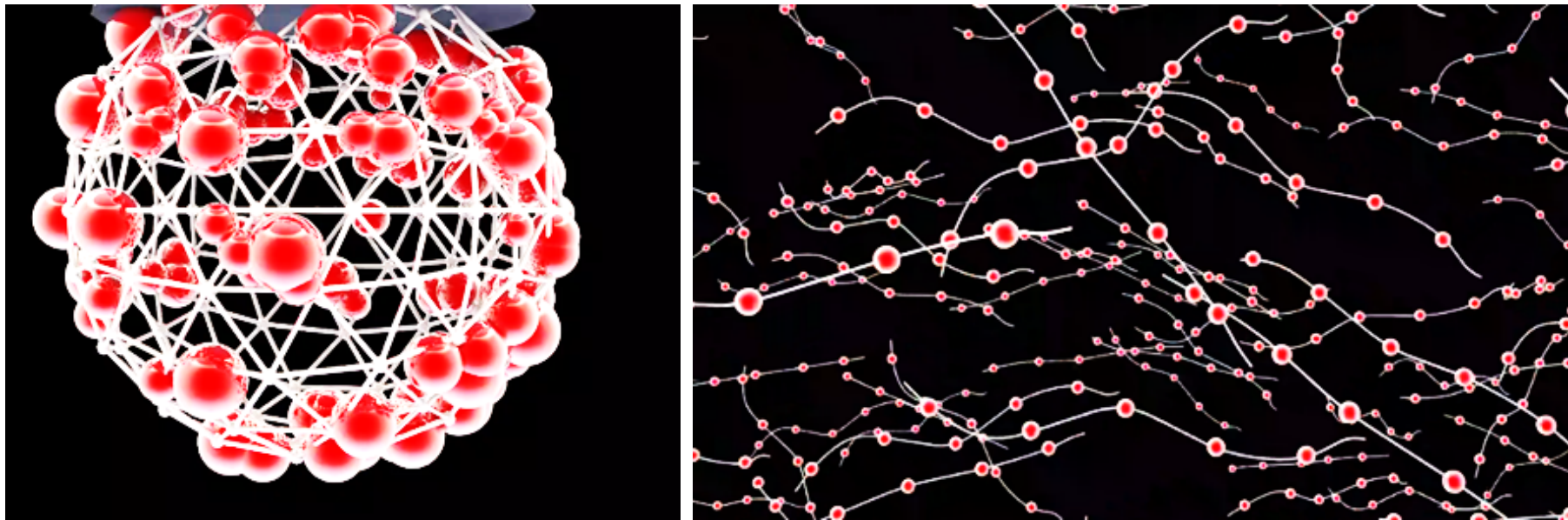


Рис. 2. Модель макромолекулы флокулянта в концентрированном (а) и разбавленном (б) водном растворе.

## Перемешивание флокулянтов

В большинстве случаев интенсивность механического перемешивания принято оценивать посредством среднеквадратичного градиента скорости  $G$ , который определяется по формуле (1) \*

$$G = \left( \frac{\varepsilon}{\mu_a} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – мощность, диссипированная в единице объема жидкости (удельная скорость диссипации энергии), Вт/м<sup>3</sup>,

$\mu_a$  – динамическая вязкость жидкости, Па·с.

При таком подходе не учитывается геометрия мешалки

\*Хенце, М. (2006). Очистка сточных вод: Пер. с англ. Т. П. Мосоловой. М.: Мир, 480 с

# Перемешивание флокулянтов

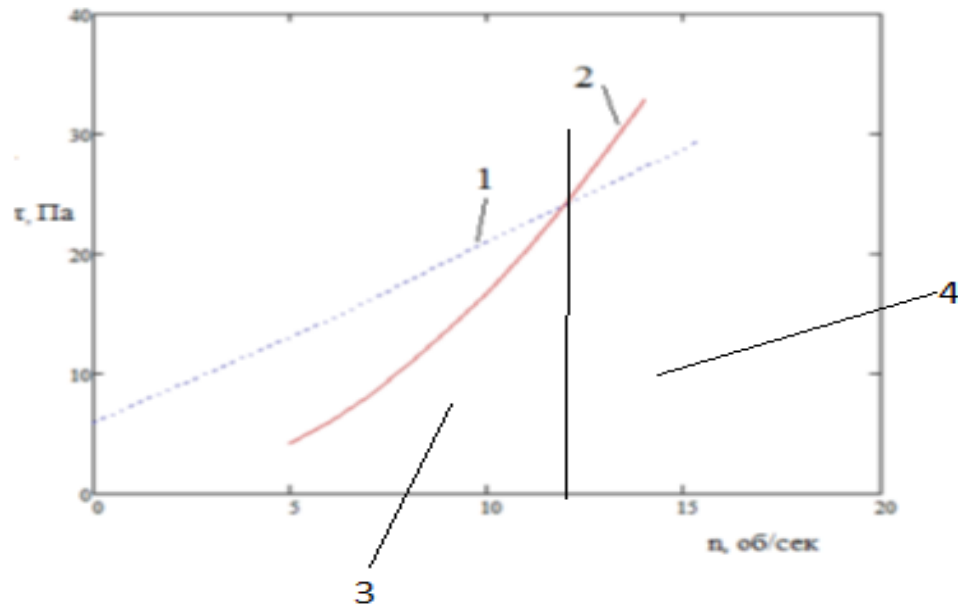


Рис.3 Совмещенный график зависимости вводимых конической мешалкой турбулентных напряжений (линия 2) и напряжений сдвига флокулянта Магнафлок М155 (линия 1) от частоты вращения  $n$ . 3-зона допустимой частоты вращения мешалки, 4 – зона разрушения цепочек флокулянта турбулентными пульсациями

УДК 541.18.041.2:532.135

## ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЛОКУЛЯНТОВ

Ульрих Е.В., Шевченко Т.В., Пирогов А.Н., Мигуница Ю.С.

Немеровский технологический институт пищевой промышленности

ФЛОКУЛЯНТ, ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ, РЕОЛОГИЯ, ПРЕДЕЛЫ ТЕКУЧЕСТИ, КРИВЫЕ ТЕЧЕНИЯ.

Исследованы реологические свойства флокулянтов. Получены кривые течения гидрогелей полиакриламида. Произведено сравнение реологических кривых. Сделаны выводы о прочностных характеристиках флокулянтов. Установлены зависимости пределов текучести флокулянтов от их концентрации.

Rheological properties of flocculants were studied. Curved currents of flocculant hydrogelium on the basis of polyacrylamide were received. Comparison of rheological curves was made. The conclusions about strength characteristics of flocculants were made. Dependences of flocculants fluidity limits from their concentration are established.

**Р**еологические свойства характеризуют поведение тела в условиях напряжённого состояния [1]. При этом изменение внешних форм воздействий объективно отражают внутренние связи между микрочастицами в самом теле [2].

Согласно классификации П.А. Ребиндера гелеобразные растворы флокулянтов относятся к коагуляционным (тиксотропно-обратимым) структурам, в которых его макромолекулы точно контактируют друг с другом за счет сил Ван-дер-Ваальса через жидкие прослойки или через их вытеснение [3]. При этом образуются рыхлые каркасы из цепочек и агрегатов. Это явление характеризует специфическое свойство коагуляционных структур – тиксотропию, которое наиболее явно проявляется при течении гелеобразных растворов, представляющих из себя пластичные системы в отличие от непластичных (идеально вязких) систем.

В качестве флокулянтов были выбраны полиэлектролиты на основе полиакриламида известных марок «Zetag» и «Magnaflok» (Z и M) с различной степенью ионогенности, являющимися лидерами продаж на рынке флокулянтов, исследование реологических свойств которых является актуальной задачей.

Наиболее характерные реологические кривые показаны на рисунках 1-4 для флокулянтов Z 8180, M 345, M 155 и M 919 соответственно.

Из рисунка 1 следует, что при увеличении концентрации флокулянта в растворе увеличиваются все прочностные характеристики исследуемой системы, что указывает на увеличение межмолекулярных контактов внутри гелеобразной структуры. При более подробном анализе установлено, что начальный предел текучести увеличивается с 2 до 69 Па, т.е. в 34 раза, предел текучести по Бингаму с

# Существующие установки для приготовления флокулянтов



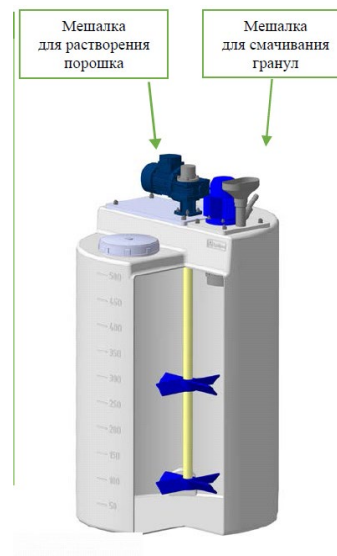
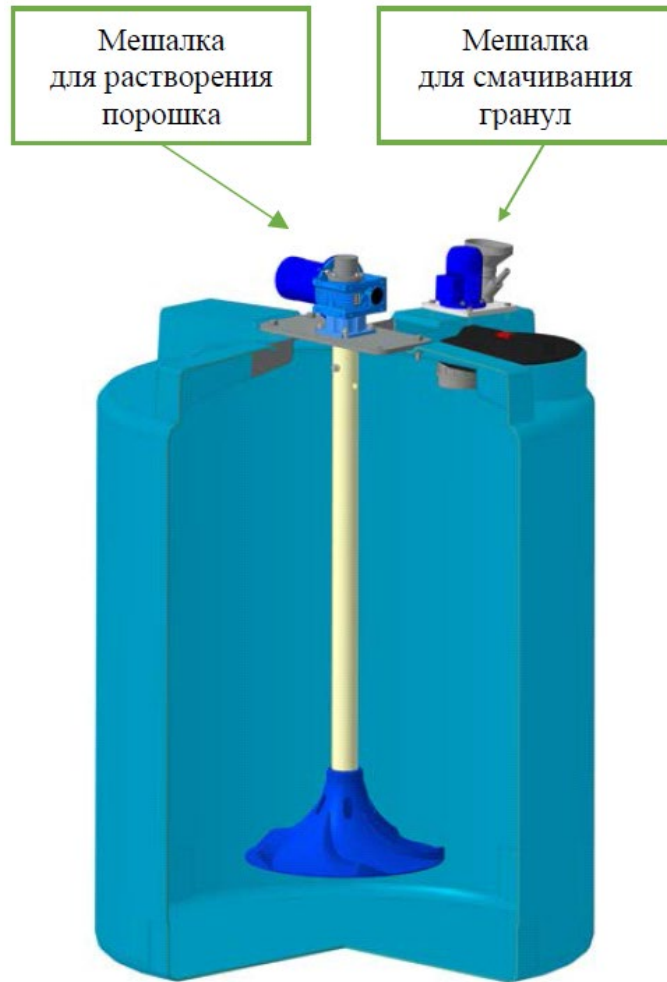
Рис.4 Установка приготовления флокулянта с тремя камерами

Существующие системы растворения имеют следующие недостатки:

1. **Образование комков** в процессе смачивания гранул.
2. В камере растворения используются **традиционные лопастные мешалки**, которые характеризуются высокой степенью касательных напряжений на окончании лопаток и во избежание разрыва полимерных цепочек используют достаточно низкие скорости вращения перемешивающих устройств

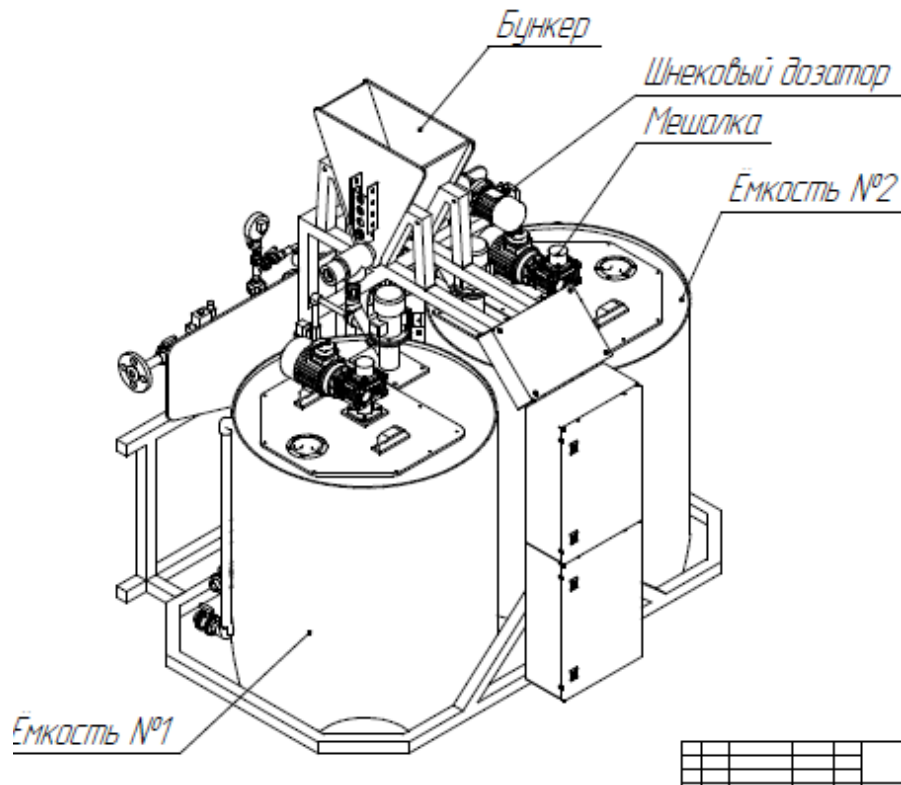


# Новый подход к способу приготовления флокулянтов





# Автоматические станции приготовления флокулянтов



Состав автоматической установки приготовления флокулянта:

- Емкости с перемешивающими устройствами
- аппаратура с запорным вентилем, редукционным клапаном
- узел смачивания
- дозатор сухого продукта, с обогревающим дозирующим патрубком и с ёмкостным уровнемером для сухого продукта
- Датчики уровня жидкости
- Шкаф управления (интеграция с верхним уровнем по протоколу Modbus)

Опции:

Расходомеры

Обогревающий кабель для дозатора порошка

Уровеньмер для сухого продукта

Насосы дозаторы для готового раствора

Встряхиватель на бункере дозатора сухого

Автоматический загрузчик порошка

Дополнительные пульты управления

# Насосы для дозирования реагентов



Винтовые (шнековые) насосы



Электромеханические  
мембранные



Соленоидные мембранные

# Готовые блоки приготовления реагентов

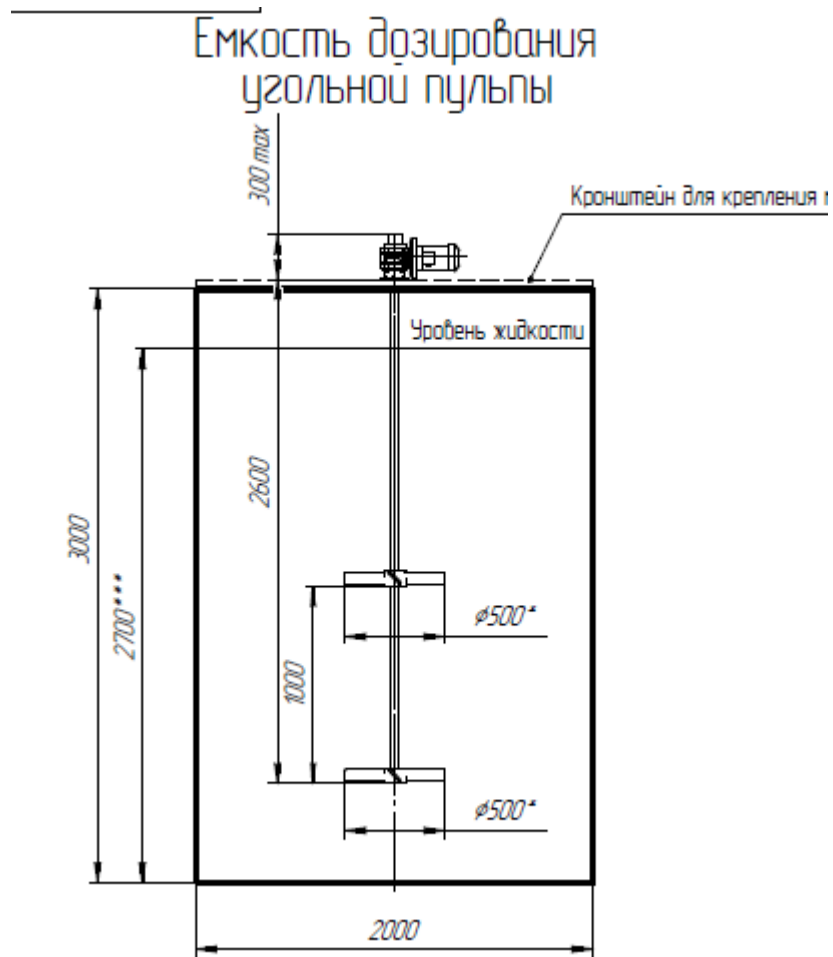


# Опыт внедрения GMS при перемешивании извести

Тип мешалки	Коническая (1)	Трехлопастная (2)	Отношение (1)/(2)
Частота вращения, об/мин	43	60	
Диаметр мешалки, мм	2000	1400	
Критерий Рейнольдса, $Re_{\omega}$	$2,85 \cdot 10^6$	$1,95 \cdot 10^6$	
Высота установки над дном, мм	500	1600	
Установленная мощность, кВт	5,5	7,5	
Потребляемая мощность, кВт	2,5	5,9	0,42
Время реакции, мин	38	60	0,63



# Аппарат приготовления угольной пульпы



- Состав оборудования для деманганации исходной воды. Расчет дозировки перманганата.
- Что ставить когда дёшево выше нормы в 10 раз
- Оборудование для объемов в 20 куб. м/сут.
- Возможности автоматизации, загрузочные устройства (из биг-бэгов), системы дозации готового полимера
- Прошу предварительно выслать на эл. почту материалы по Вашей линейке реагентных установок. Интересуют установки приготовления и дозирования растворов кислоты и щёлочи в заданной концентрации (из жидкого товарного реагента), а также установки приготовления растворов коагулянтов и флокулянтов (из порошкового товарного реагента).
- Рекомендации применения предлагаемого оборудования для реагентных хозяйств на очистных сооружениях на осветление промышленных стоков угледобывающих предприятий?

- Реагентное хозяйство. Приготовление растворов известкового молока, сернокислого железа, флокулянта. Мешалки с перемешивающими устройствами и дозирование их насосами-дозаторами в осветлители типа ВТИ и ЦНИИ.
- Добрый день. После вебинара мне требуется подтверждение об участии в вашем вебинаре на вашем фирменном бланке. Это возможно?
- Возможность комплектной поставки блоков дозирования? Насосы каких производителей используются?
- Установки подходят и для порошка и для жидкости? А загрузка порошка в ручную или можно сделать автоматически? Шкаф управления может быть подключен удалено? Какой литраж установок?



## Благодарим за внимание!

Более подробная информация по оборудованию  
ГК «Элма-Астерион» представлена на сайте

<http://td-elma.ru/>

За техническими консультациями и по вопросам  
подбора оборудования просим обращаться:

**+7 (812)490-75-03**

[info@td-elma.ru](mailto:info@td-elma.ru)

