

## АТОМЭКС 2011

Изучение возможности пастового  
сгущения хвостовой пульпы переработки  
урановых руд и складирования в новых  
хвостохранилищах

ОАО «Приаргунское производственное  
горно-химическое объединение»



# Структура доклада

- Обоснование целесообразности исследований.
- Способы складирования хвостов в виде пасты.
- Исследование возможности получения пасты.
- Расчет комплекса пастового сгущения.
- Состав комплекса пастового сгущения.
- Расположение комплекса пастового сгущения.
- Бюджетная оценка капитальных затрат на основное оборудование комплекса пастового сгущения.



# Обоснование целесообразности исследований

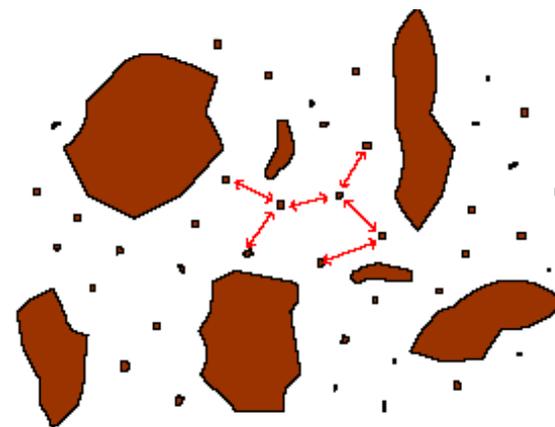
- **Для существующих «мокрых» хвостохранилищ:**
  - Продление ресурса использования.
  - Радикальное снижение операционных затрат на поддержание существующих фильтрационных и изолирующих дамб.
  - Существенное снижение рисков прорыва дамб и разлива шламов за пределы отведенных площадей.
- **Для открываемых «полусухих» хвостохранилищ:**
  - Снижение площади вовлекаемых земель.
  - Снижение затрат на строительство ограждающих дамб.
  - Исключение пыления.
  - Улучшенные возможности рекультивации.
- **Общее:**
  - Снижение инфильтрации.
  - Оптимизация работы системы оборотного водоснабжения.
  - Оптимизация работы системы складочных комплексов.
  - Снижение экологических выплат.



# Способы складирования хвостов в виде пасты

## Свойства пасты:

- Сеть коллоидных частиц -20 мкм.
- Неразделяемая.
- Не осаждаемая.
- Сохраняет форму.
- Обладает высокой концентрацией.
- Обладает высокой вязкостью и напряжением сдвига



# Способы складирования хвостов в виде пасты

## Поверхностное полусухое складирование:

- Риск потери устойчивости очень низок.
  - При правильном складировании, риск потери устойчивости, напр. проявление текучести при землетрясении, очень низок
- Незначительные затраты на рекультивацию.
  - По мере высыхания конуса, закрытие хранилища может быть достигнуто путём простого высевания травы и др. растений.
- Малая занимаемая площадь.
  - По сравнению с прудом-хвостохранилищем, при том же тоннаже твёрдого, общая площадь значительно меньше.
- Нет отделяемой воды. Нет пыления.
- Насосная обратная вода ограничена объёмом атмосферных осадков.
- Нет необходимости в изолирующих дамбах.
  - Не требуется строительство полнопрофильных изолирующих дамб – возможно, небольшие, только в случае необходимости удержания атмосферных осадков.
- Насыщенное состояние предотвращает формирование кислот.



# Способы складирования хвостов в виде пасты

## Поверхностное полусухое складирование:

Профиль сгущенных хвостов

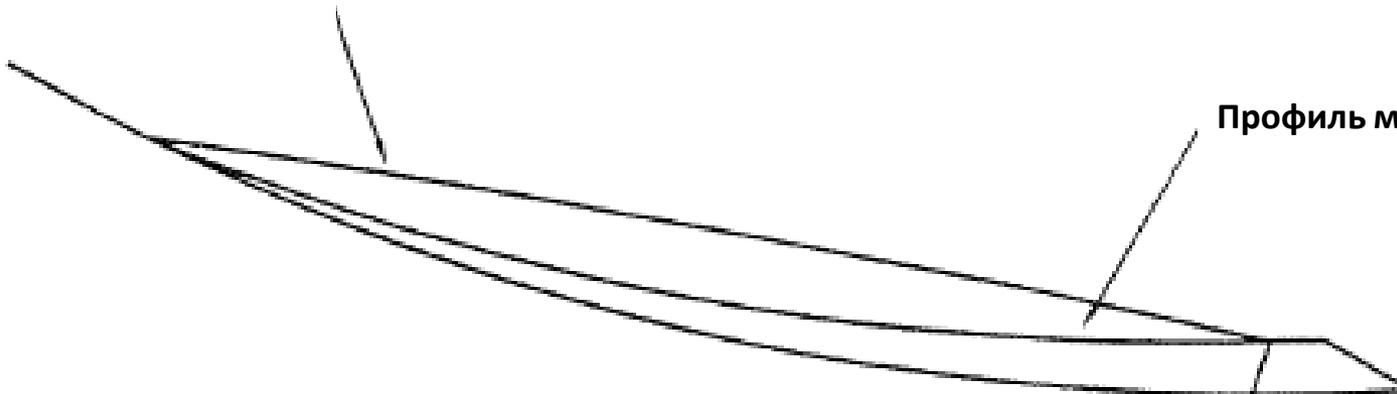
Профиль мокрых хвостов



На равнинных плоских поверхностях складирование типично через центральную башню в центре площадки склада

Профиль сгущенных хвостов

Профиль мокрых хвостов

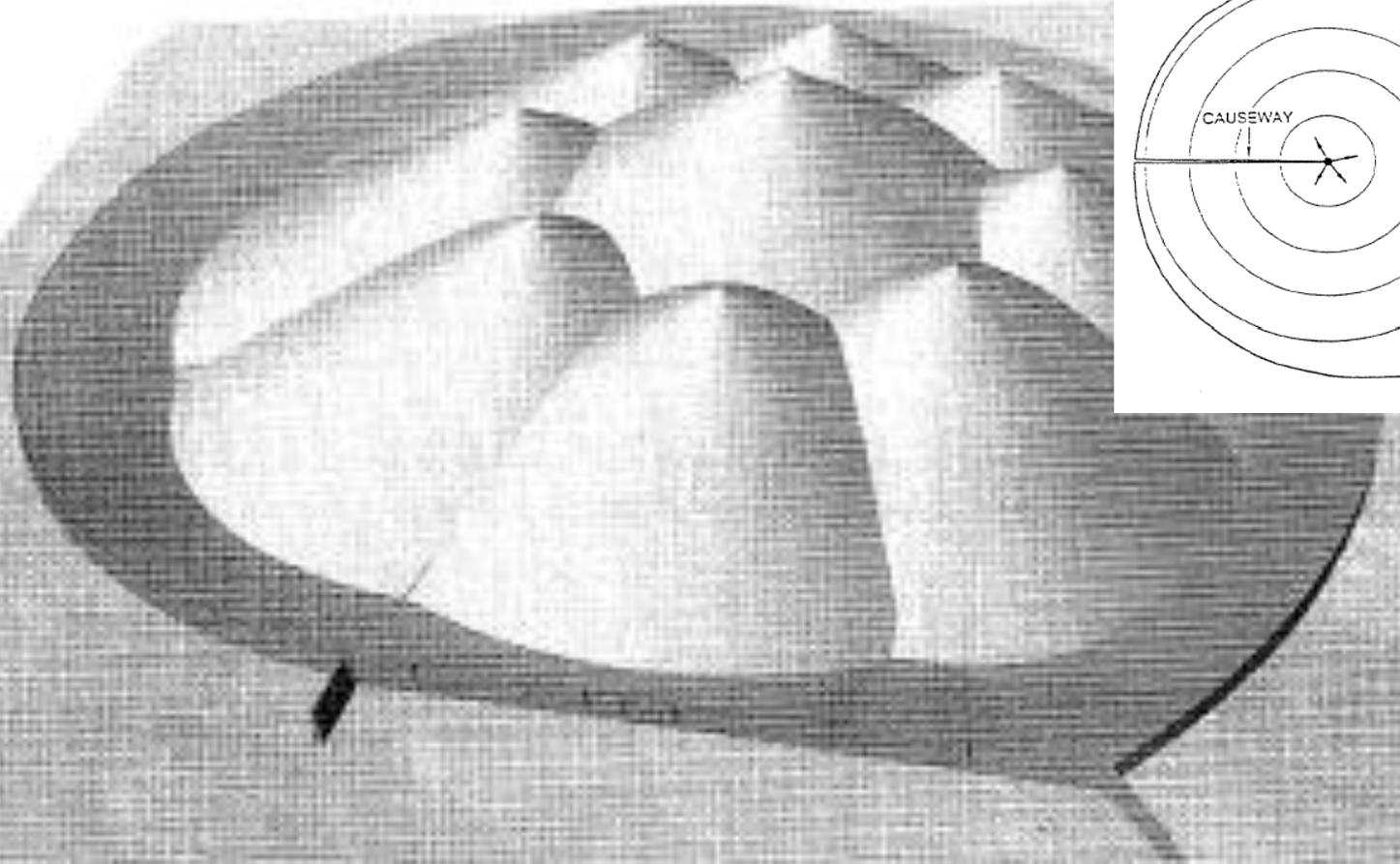


На склонах и в долинах типично складирование в точке превышающей расположение барьерной дамбы.

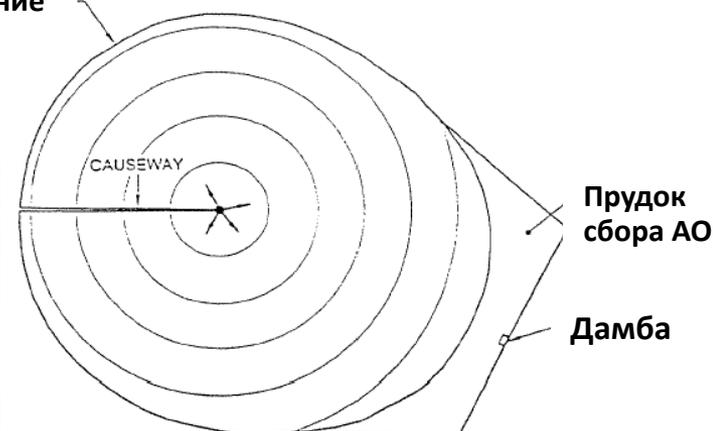


# Способы складирования хвостов в виде пасты

Поверхностное полусухое складирование (конус):



Ограждение



# Способы складирования хвостов в виде пасты

Поверхностное полусухое складирование (примеры):



Карта с ограждающей дамбой



Карта с ограждающей дамбой



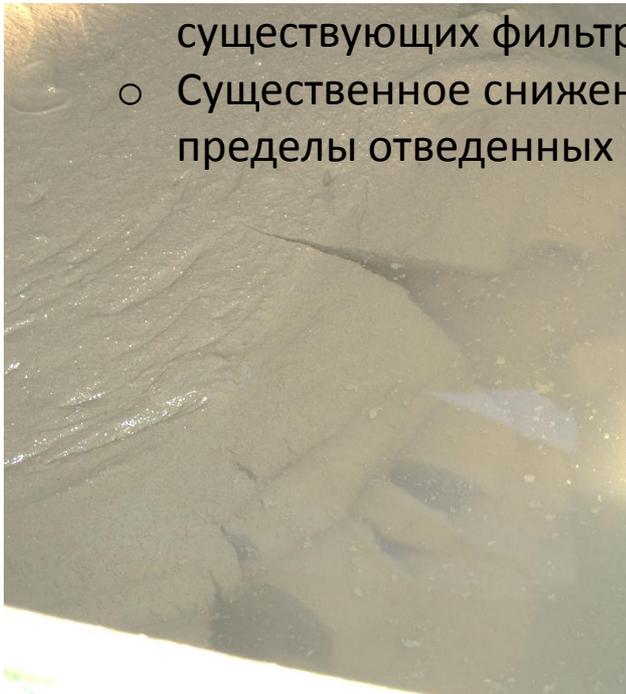
Конус

# Способы складирования хвостов в виде пасты

## Поверхностное складирование (под зеркало):

### Для существующих «мокрых» хвостохранилищ:

- Продление ресурса использования.
- Радикальное снижение операционных затрат на поддержание существующих фильтрационных и изолирующих дамб.
- Существенное снижение рисков прорыва дамб и разлива шламов за пределы отведенных площадей.



# Способы складирования хвостов в виде пасты

## Поверхностное складирование в виде пасты:



- 3-5 аварий дамб ежегодно.
- Экологические риски.
- Социальные риски.
- Репутационные риски.

# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

## Стадии выполненной работы:

1. Отбор проб хвостовой пульпы и исследование ее реологических свойств.
2. Проведение сгущения хвостовой пульпы на лабораторной установке WesTech до состояния пасты.
3. Проведение расчетов по определению типоразмера сгустителя.



# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

## Анализ хвостов:

Образцы хвостов были отобраны в несколько канистр. Заявленный удельный вес сухого твердого – 2,65 т/м<sup>3</sup>. Плотность пульпы была измерена при помощи 2-х литрового градуированного цилиндра и лабораторных весов, и составила 1,27 г/л, таким образом, содержание твердого в пульпе составило 34,1%. Позднее, концентрация твердого в пульпе была измерена повторно (путем высушивания образца), в результате, при заданном удельном весе, плотность твердого составила 35,1%.

## Ситовая характеристика хвостов:

	класс крупности, мм								
	+0,4	-0,4+0,2	-0,2+0,1	-0,1+0,08	-0,08+0,05	-0,05+0,01	-0,01+0,005	-0,005	итого
Содержание, %	0,02	0,47	3,35	3,64	9,29	34,32	11,17	37,74	100

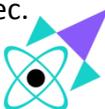


# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

## Оценка эффективности флокулянта:

Разбавление питания для эффективной флокуляции – заводской флокулянт, раствор 0.1 г/л			
концентрация 5% масс. (1,034 г/л)			
Доза флокулянта, г/т	Скорость осаднения, м/ч	Чистота (1 мин. - 5 макс.)	Комментарии
18	2	3	Флокулы непрочные
37	8	4	Флокулы непрочные и небольшие
55	22	5	Флокулы сильнее, однако, недостаточно крупные и прочные
65	10	5	То же
74	8	5	Крупные и сильные флокулы
концентрация 10% масс. (1,068 г/л)			
18	Осаждения нет		
27	1	1	
37	2	3	Флокулы небольшие
46	2	3-4	Флокулы непрочные
55	2	5	То же
концентрация 15% масс. (1,101 г/л)			
18	Осаждения нет		
31	1	3	Флокулы небольшие
37	2	4	То же
43	1	4-5	То же

Основываясь на данных таблицы, наибольшая эффективность флокуляции достигается при концентрации раствора 5% вес. В сгуститель будет поступать пульпа с концентрацией 34% вес. и, далее, в питающем колодце сгустителя будет разбавляться до уровня 5% вес (посредством осветленной жидкости). Оптимальный расход флокулянта – 50-60 г/т.



# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

## Лабораторная установка:

- стеклянный цилиндр диаметром 100 мм и высотой 1000 мм;
- граблины со стойками, для формирования каналов, отводящих воду из толщи сгущенного твердого;
- привод вращения граблин и контроллер привода вращения граблин;
- насос подачи питания и контроллер насоса подачи питания;
- насос подачи флокулянта и контроллер насоса подачи флокулянта;
- насос разгрузки сгущенного продукта.



# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

Формирование постели:



Паста:



Концентрация твердого 55-60%.

# Исследования возможности получения пасты из хвостов ППГХО

## Кривая напряжения сдвига:



Измерение осадки конуса.

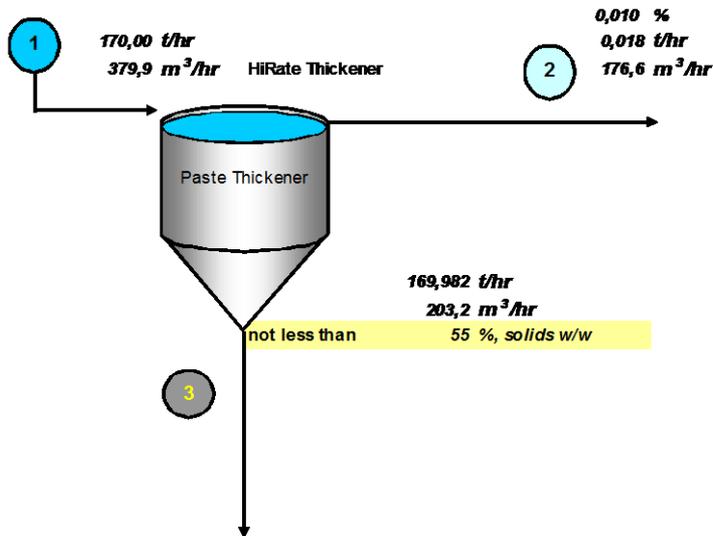


# Расчет комплекса пастового сгущения

## Массовый баланс сгустителя:

цикл

calculation is correct



balance

170,0000 = 170,000 t/hr  
379,9 = 379,9 m3/hr

1

Mass flow dry solids	t/hr	170,000
Dry solids specific gravity	t/m <sup>3</sup>	2,65
Fluid (liquid) specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,00
Slurry specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,28
Slurry % solids by weight	%	35,0
Slurry volume	m <sup>3</sup> /hr	379,9
Liquid volume	m <sup>3</sup> /hr	315,7
Solids volume	m <sup>3</sup> /hr	64,2
Mass flow of liquid	t/hr	315,7

2

Mass flow dry solids	t/hr	0,0177
Dry solids specific gravity	t/m <sup>3</sup>	2,65
Fluid (liquid) specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,00
Slurry specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,00006
Slurry % solids by weight	%	0,010
Slurry volume	m <sup>3</sup> /hr	176,6445
Liquid volume	m <sup>3</sup> /hr	176,6378
Solids volume	m <sup>3</sup> /hr	0,0067
Mass flow of liquid	t/hr	176,64

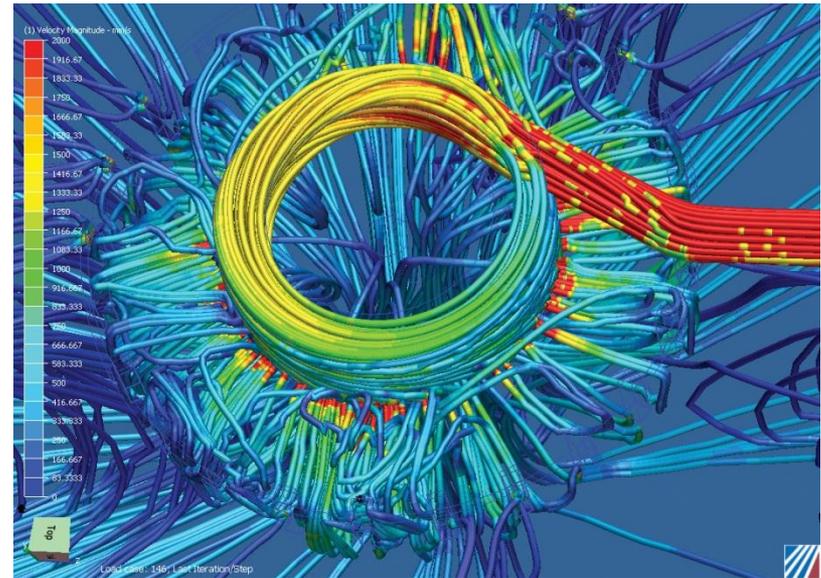
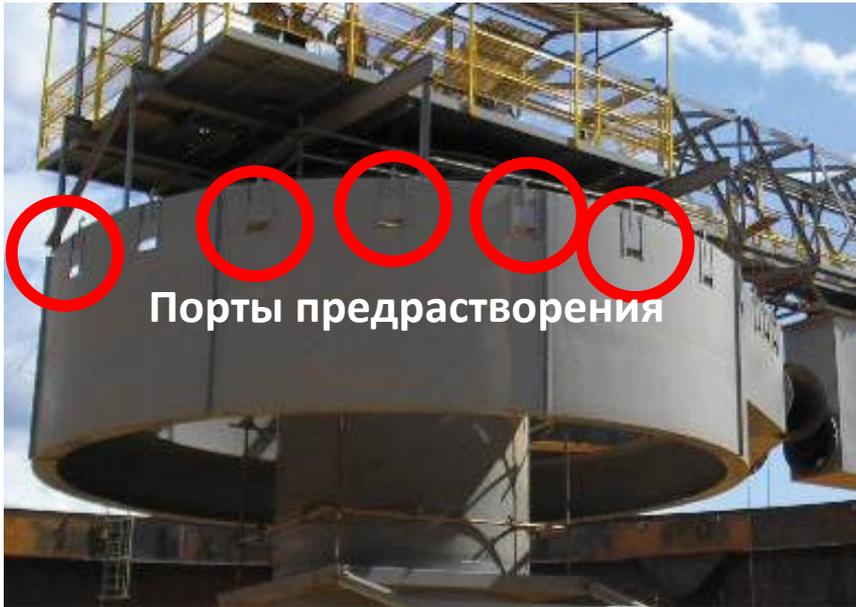
3

Mass flow dry solids	t/hr	169,9823
Dry solids specific gravity	t/m <sup>3</sup>	2,65
Fluid (liquid) specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,00
Slurry specific gravity	t/m <sup>3</sup>	1,52
Slurry % solids by weight	%	55,0
Slurry volume	m <sup>3</sup> /hr	203,2207
Liquid volume	m <sup>3</sup> /hr	139,0765
Solids volume	m <sup>3</sup> /hr	64,1443
Mass flow of liquid	t/hr	139,1



# Расчет комплекса пастового сгущения

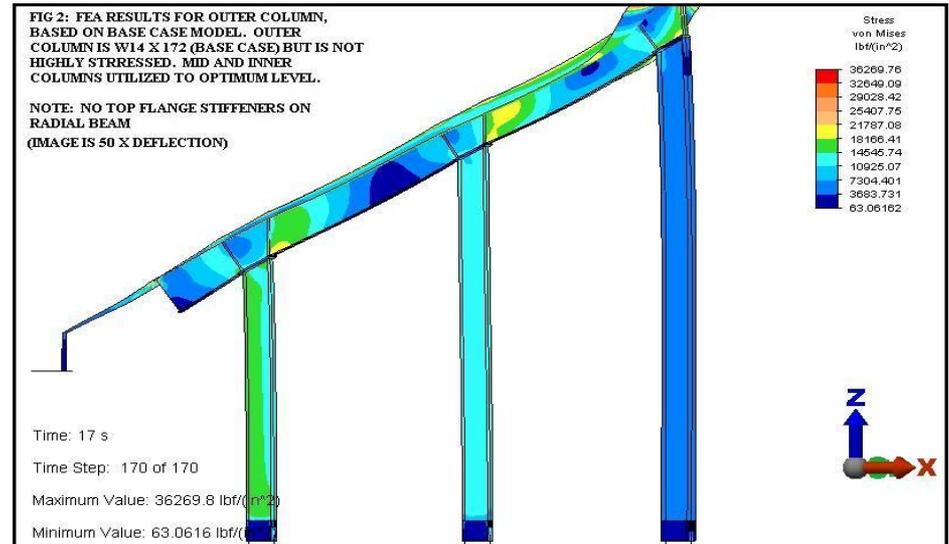
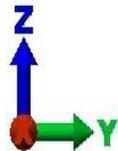
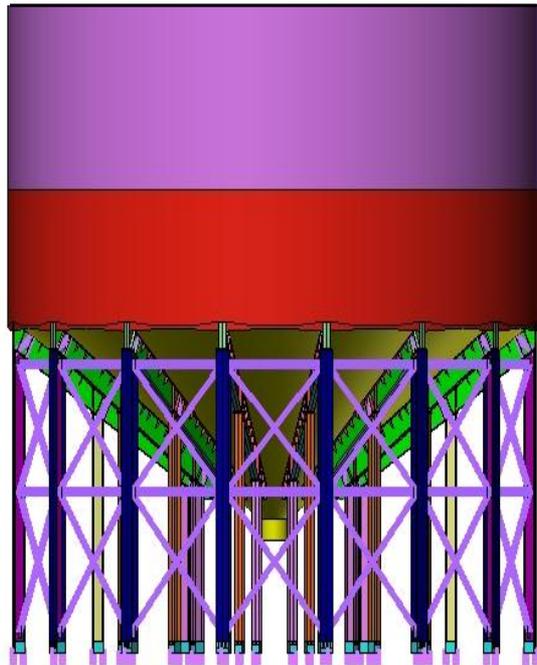
## Расчет сгустителя:



Расчет питающего колодца и моделирование работы системы предрстворения хвостовой пульпы

# Расчет комплекса пастового сгущения

## Расчет сгустителя:



Расчет прочностных свойств чана сгустителя и оптимизация его геометрии.



# Расчет комплекса пастового сгущения

## Расчет сгустителя:

- Сгуститель **WesTech HiDensity™**
- Диаметр чана – 25 м
- Высота боковой стенки – 7 м
- Угол уклона днища – 14 градусов
- Крутящий момент привода – 1,050,000 Фут-фунтов (1,422,000 Нм)



# Расчет комплекса пастового сгущения

## Расчет станции приготовления и дозирования флокулянта:

- Для наиболее эффективного функционирования используется автоматическая установка производства компании Dosiertechnik (Германия) Polysomract PD 4000 со следующими параметрами:
  - Производительность по готовому раствору флокулянта – 4000 л/ч.
  - Расход воды (технически чистая вода без твердых включений) на приготовление раствора – 600-6000 л/ч.
  - Число оборотов мешалки – 100 об/мин.
  - Общее электропотребление установки – 4 кВт.
- Габаритные размеры установки:

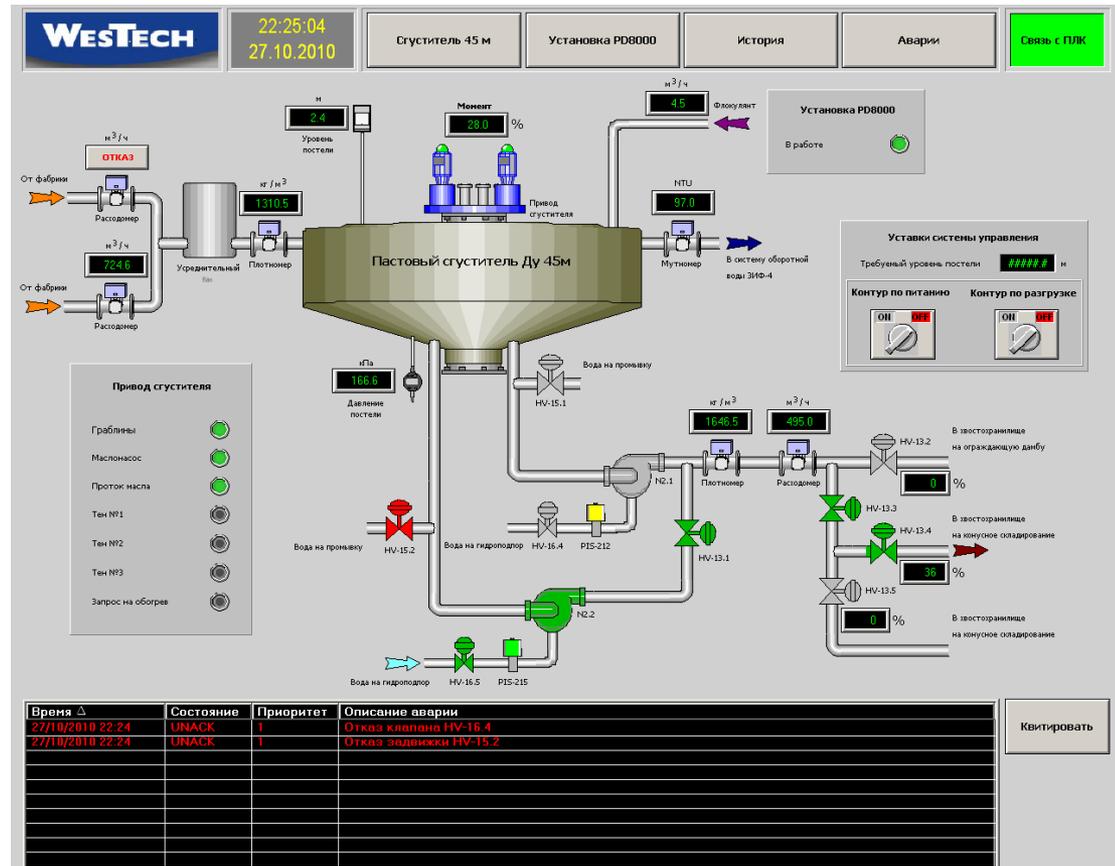
Длина:	приблизительно 3300 мм
Высота:	приблизительно 1800 мм (включая систему дозирования и электрический шкаф)
Ширина:	приблизительно 600 мм
Вес:	приблизительно 650 кг (вес емкости)



# Расчет комплекса пастового сгущения

## Расчет АСУ комплексом пастового сгущения:

- Управление приводом сгустителя.
- Управление приготовлением и дозированием флокулянта.
- Управление насосным оборудованием.
- Комплект контрольно измерительных приборов.
- Комплект автоматизированной запорной арматуры.
- Рабочее место оператора.
- Сервер ТБД.
- Связь с АСУ предприятия.



# Расчет комплекса пастового сгущения

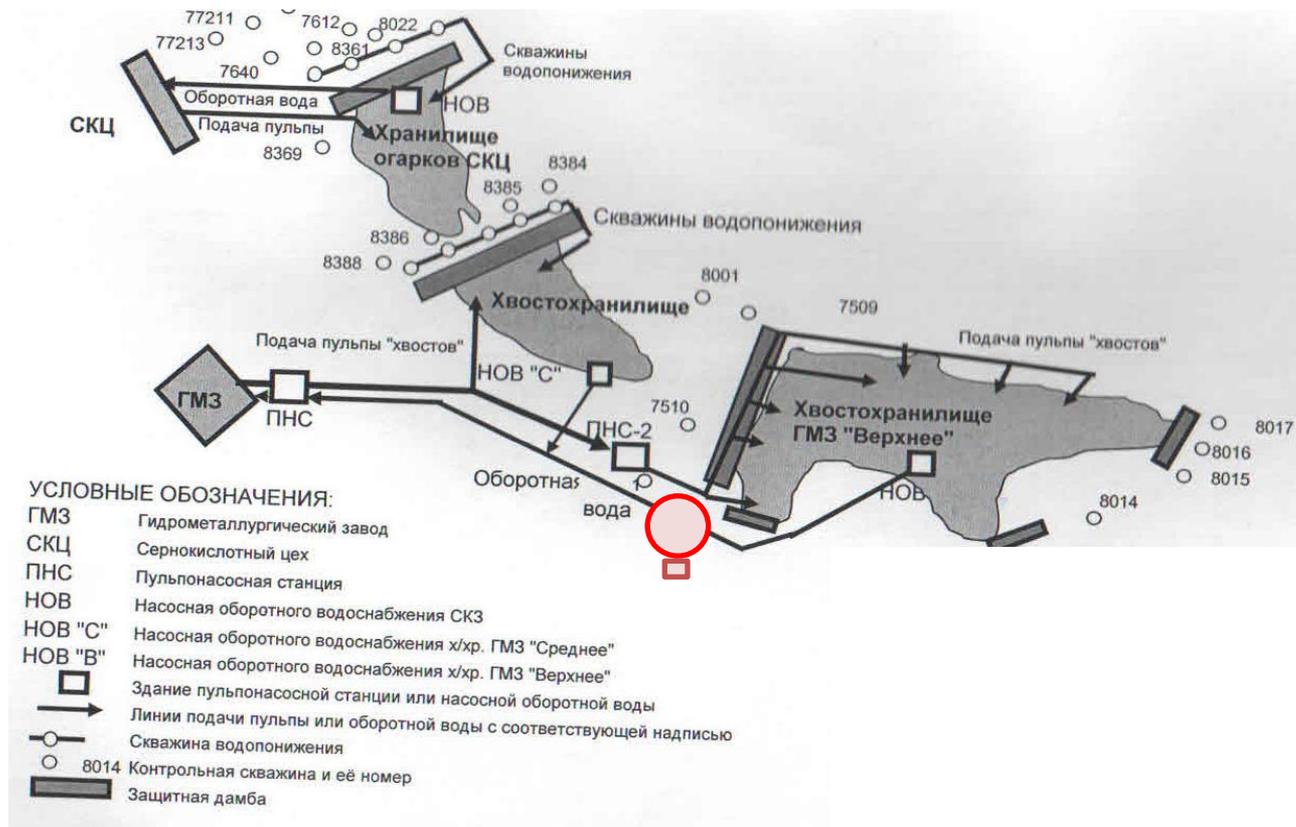
## Расчет насосного оборудования:

- **Насосы перекачки пасты:**
  - Установка включает в себя один (1) рабочий насос и один (1) резервный.
  - Насос в комплекте с двигателем мощностью 55 кВт, рамой, клиноременной передачей и защитным кожухом.
  - Насос приводится в действие электродвигателем мощностью 55 кВт (6-и полюсной, 380/50/3) и клиноременной передачей. В насосе используются гидростатическое уплотнение.
  - Уровень шума: При нормальных условиях эксплуатации уровень шума на расстоянии 1 м от насоса не превышает 80 дБ.
- **Насосы перекачки пульпы хвостового хозяйства: существующие.**
- **Насосы перекачки слива: отсутствуют, слив перекачивается самотеком.**



# Расположение комплекса

## Прорабатываемый вариант размещения:



# Бюджетная оценка капитальных затрат

№ строки Line No	№ изд. Part No	Наименование Item Description	Цена, долл. США Price, USD	Кол-во Qty	Стоимость, долл. США Total p/line, USD	НДС18%, долл. США VAT18%, USD	Итого с НДС18%, долл. США Total p/line incl. VAT18%, USD
1	PT225 DIA25 (1430)	PASTE THICKENER MECHANISM DIA 25 M МЕХАНИЗМ ПАСТОВОГО СГУСТИТЕЛЯ ДУ 25 М	1 810 752,90	1	1 810 752,90	325 935,52	2 136 688,42
2	ТКЕ11 DIA25X7	ELEVATED TANK DIA 25 X 7 ЧАН СГУСТИТЕЛЯ НА СТОЙКАХ ДУ 25 X 7	1 676 623,30	1	1 676 623,30	301 792,19	1 978 415,49
3	PD 4000 (RDS/DP)	PD 4000 dry polymer solution preparation unit incl. of redilution station, dosing pump, Rittal control cabinet PD 4000 станция приготовления раствора сухого флокулянта, вкл. станцию переразбавления, дозировочный насос, электроцит Rittal	167 752,20	1	167 752,20	30 195,40	197 947,60
4	10/8E-M	Underflow pump Насосный агрегат в комплекте с двигателем 55кВт (6-и полюсной, 380/50/3), рамой ZV, клиноременной передачей и защитным кожухом	77 729,87	2	155 459,74	27 982,75	183 442,49
5	AGS	Automated gate valve set Комплект приводных задвижек	320 937,00	1	320 937,00	57 768,66	378 705,66
6	DCS	Distributed control system Распределенная система управления	420 000,00	1	420 000,00	75 600,00	495 600,00
Total:					3 655 128,40	657 923,11	5 370 799,67
Итого:							



# Выводы

- Доказана принципиальная возможность получения пасты из хвостов ГМЗ с широким диапазоном содержания твердого.
- Доказана возможность применения флокулянта, применяющегося на предприятии.
- Осуществлен расчет основного технологического оборудования узла сгущения.
- Определена бюджетная оценка основного технологического оборудования узла сгущения и АСУ.
- Прорабатывается площадка наиболее эффективного размещения узла сгущения.
- Прорабатывается ПТЭО.

