



---

**OZNA HOLDING COMPANY 2019**

---





## Мультициклонная подготовка воды для ППД – моделирование и промышленные испытания

**Роман Габдулхаков**

Начальник Управления маркетинга

ООО «НПП ОЗНА-Инжиниринг»

e-mail: [gabdulhakov.rr@ozna.ru](mailto:gabdulhakov.rr@ozna.ru)

вн. тел.: 14-15

Моб.: +7 (917) 731-26-06

## Технологические вызовы

- 1 Неопределенность по физико-химическим свойствам перекачиваемой среды на этапе освоения
- 2 Распространённое применение устаревшего оборудования, трудоемкость и опасность ручной очистки РВС от нефтешлама
- 3 Риск попадания нефти при отборе воды с РВС, превышение содержания нефти требований ОСТ
- 4 Необходимость ручного управления операторами, удаленность оборудования подготовки воды

## Технологические требования

Проницаемость пористой среды коллектора (мкм <sup>2</sup> )	Допустимое содержание (мг/л воды)	
	Мех. примеси	Нефть и УВ
до 0,1 вкл.	до 3	до 5
свыше 0,1	до 5	до 10
до 0,35 вкл.	до 15	до 15
свыше 0,35	до 30	до 30
до 0,6 вкл.	до 40	до 40
свыше 0,6	до 50	до 50

Если концентрация механических примесей и остаточной нефти в воде, закачиваемой в пласт, превышает **50 мг/литр**, то:

В **2 раза** падает приёмистость 1 нагнетательной скважины за 1 год

Потери на кислотную обработку призабойной зоны могут превысить **830 тыс. руб**



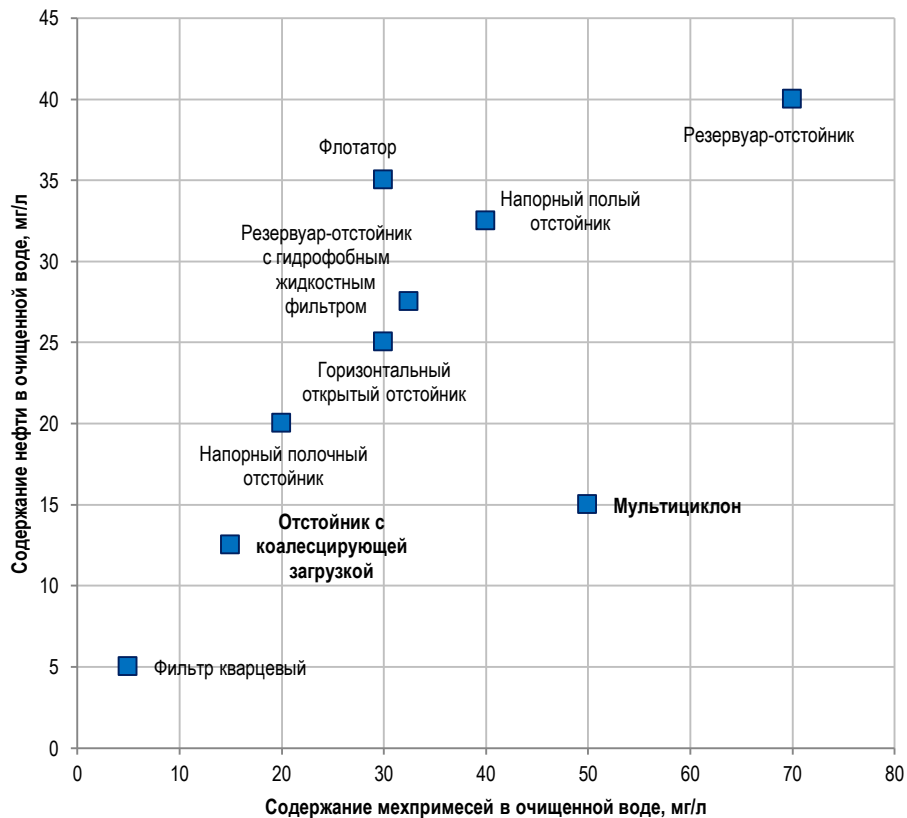
На **100 000 кВт-ч** в год увеличиваются энергозатраты на ППД

Потери на поддержание проектного уровня закачки могут превысить **200 тыс руб. в год**

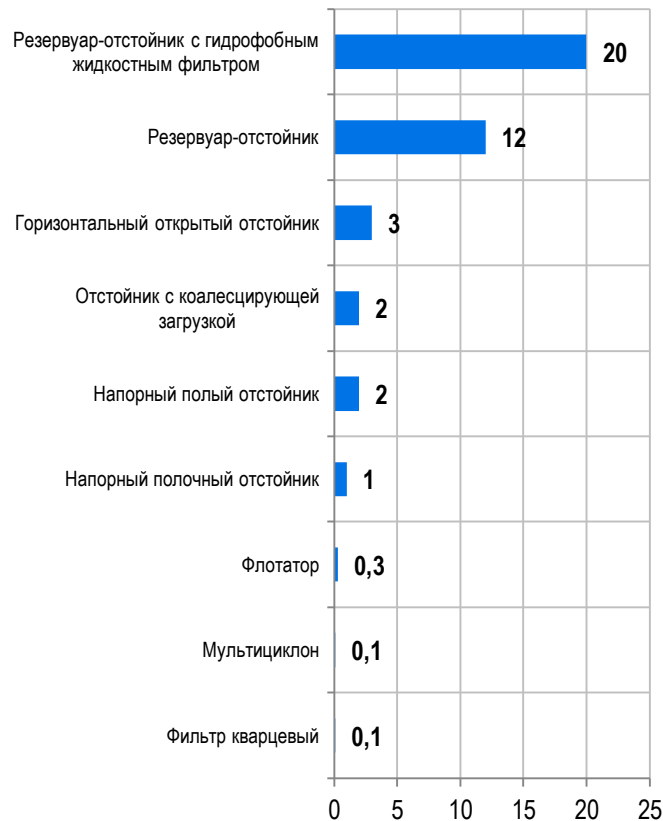


Показатели качества воды, закачиваемой в пласт, нормируется **ОСТ 39-225-88** и должны отвечать параметрам загрязненности

## Эффективность очистки для различных технологий



## Скорость фильтрации различных технологий в часах



### Технологические альтернативы

Резервуар-отстойник типа PVC

Более **90%** рынка водоподготовки



Мультициклон Компании «ОЗНА»



### Исходные данные для моделирования

Параметр	Исходная вода	Очищенная вода
Производительность	5000 куб м/сутки	
Содержание нефти	150 мг/л	25 мг/л
Содержание механических примесей	150 мг/л	15...20 мг/л

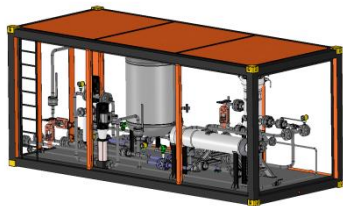
Технология	Капитальные вложения, млн. руб.	Операционные затраты, млн. руб.	Доходы и владение
Мультициклон Компании «ОЗНА» в блок-боксе	3 обечайки нефтеотделителей (156 циклонов) - 8 млн. руб. x 3 4 сорбционные емкости - 6 млн.руб. x 4	Электроэнергия на гидравлическое сопротивление в 8 атм. - 1,9 млн. руб. в год Утилизация нефтешламов - 3 млн. руб. в год Срок службы фильтрэлементов - 5 лет - 1,5 млн. руб. в год	Остаточная нефть в воде - 5 мг/л Возвращение нефти - 145 мг/л – 4,4 млн. руб. в год Требования ОСТ - обеспечиваются
	<b>50,0 млн. руб.</b>	<b>6,4 млн. руб. в год</b>	Совокупная стоимость владения за 15 лет - <b>5,3 млн. руб. в год</b>
Резервуар-отстойник типа РВС капстрой	3 ед. РВС-5000 (2 основных, один резервный) - 10,3 млн. руб. x 3 Строительство основания и фундаментов - 3,1 млн. руб. x 3	Услуги очистки дна РВС - 3,5 млн. руб. в год Утилизация нефтешламов - 3 млн. руб. в год Амортизация (срок службы - 15 лет) - 2,7 млн. руб. в год Кислотная обработка - 15 млн. руб. в год Электричество на ППД - 10 млн. руб. в год	Нефть в воде - 90 мг/л Возвращение нефти - 60 мг/л – 1,8 млн. руб. в год Требования ОСТ - не обеспечиваются
	<b>40,2 млн. руб.</b>	<b>34,2 млн. руб. в год</b>	Совокупная стоимость владения за 15 лет - <b>35,1 млн. руб. в год</b>
Центрифуга и коалесцер в блок-боксе	Центрифуга декантер - 32,5 млн. руб. Пористый коалесцер - 10 млн. руб.	Замена ротора раз в 2 года - 3 млн. руб. в год Электроэнергия на сопротивление в 2 атм. - 0,5 млн. руб. в год Услуги пропарки и очистки коалесцера - 3,5 млн. руб. в год Утилизация нефтешламов - 3 млн. руб. в год	Нефть в воде - 10 мг/л Возвращение нефти - 140 мг/л – 4,2 млн. руб. в год Требования ОСТ - не обеспечиваются
	<b>42,5 млн. руб.</b>	<b>10,0 млн. руб. в год</b>	Совокупная стоимость владения за 15 лет - <b>8,6 млн. руб. в год</b>

Заказчик: Нефтяная компания в Восточной Сибири  
 Объём подготавливаемой воды: 16 000 куб. м в сутки

Содержание нефти в воде на входе: 90 мг/л  
 Содержание нефти на выходе: 6 мг/л

Направление	Решаемая проблема Заказчика	Финансовая оценка	Результат
Экономия на кислотной обработке	Снижение приемистости скважин при забивании нефтепродуктами призабойной зоны вынуждает проводить дополнительные операции кислотной обработки	<ul style="list-style-type: none"> <li>Средняя приемистость - 243 куб/сут</li> <li>Требуются дополнительные 2 кислотные обработки в год на каждую скважину</li> <li>Одна обработка - 245...696 тыс. руб./скв.</li> </ul>	<b>82,6</b> млн. руб.
Экономия на энергопотреблении насосов ППД	Пониженная приемистость между операциями кислотной обработки дополнительно требует большей подачи насосов ППД	<ul style="list-style-type: none"> <li>Энергопотребление насосов на каждую скважину вырастет на 100 тыс. кВт в год</li> <li>Цена 1 кВт энергии – 5 руб.</li> </ul>	<b>33,1</b> млн. руб.
Возврат выделенной нефти в систему подготовки	Сейчас нефть вместе с водой закачивается в пласт и забивает его, вместо того, чтобы стать товарной нефтью и принести прибыль	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разница в содержании нефти - 84 мг/л</li> <li>Цена нефти на внутр. рынке - 16 500 руб./т</li> </ul>	<b>8,1</b> млн. руб.

Итого за 1 год эксплуатации Заказчик экономит **123,8** млн. руб., а за срок службы блока фильтров в 10 лет – более **1,2** млрд. руб.



Установка водоподготовки УМИ

АО «АК ОЗНА»



Реагенты-флокулянты

ООО «НПО ХИМТЭК»



Гидроциклон + сетка + графит

РГУ И.М. Губкина и  
ООО «ЭЛКАМ»



Фильтр тонкой очистки

ООО «Альянс Нефтегаз  
Технолджи»



Флотация

AWAS International GmbH  
(Германия)



Центробежная  
сепарация

GEA Westfalia Separator Group  
GmbH (Германия)



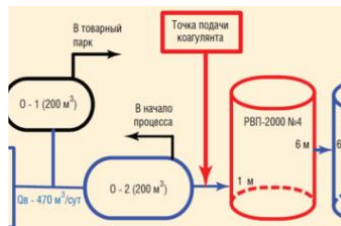
Магнитная сепарация +  
коагуляция

ООО «Альянс Нефтегаз  
Технолджи»



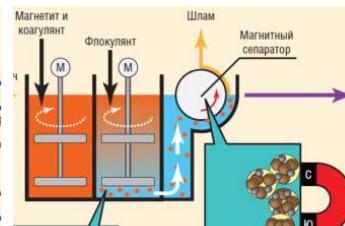
Центрифуга+пористый  
коалесцер

ООО «Новые технологии и  
решения»



Титановый коагулянт

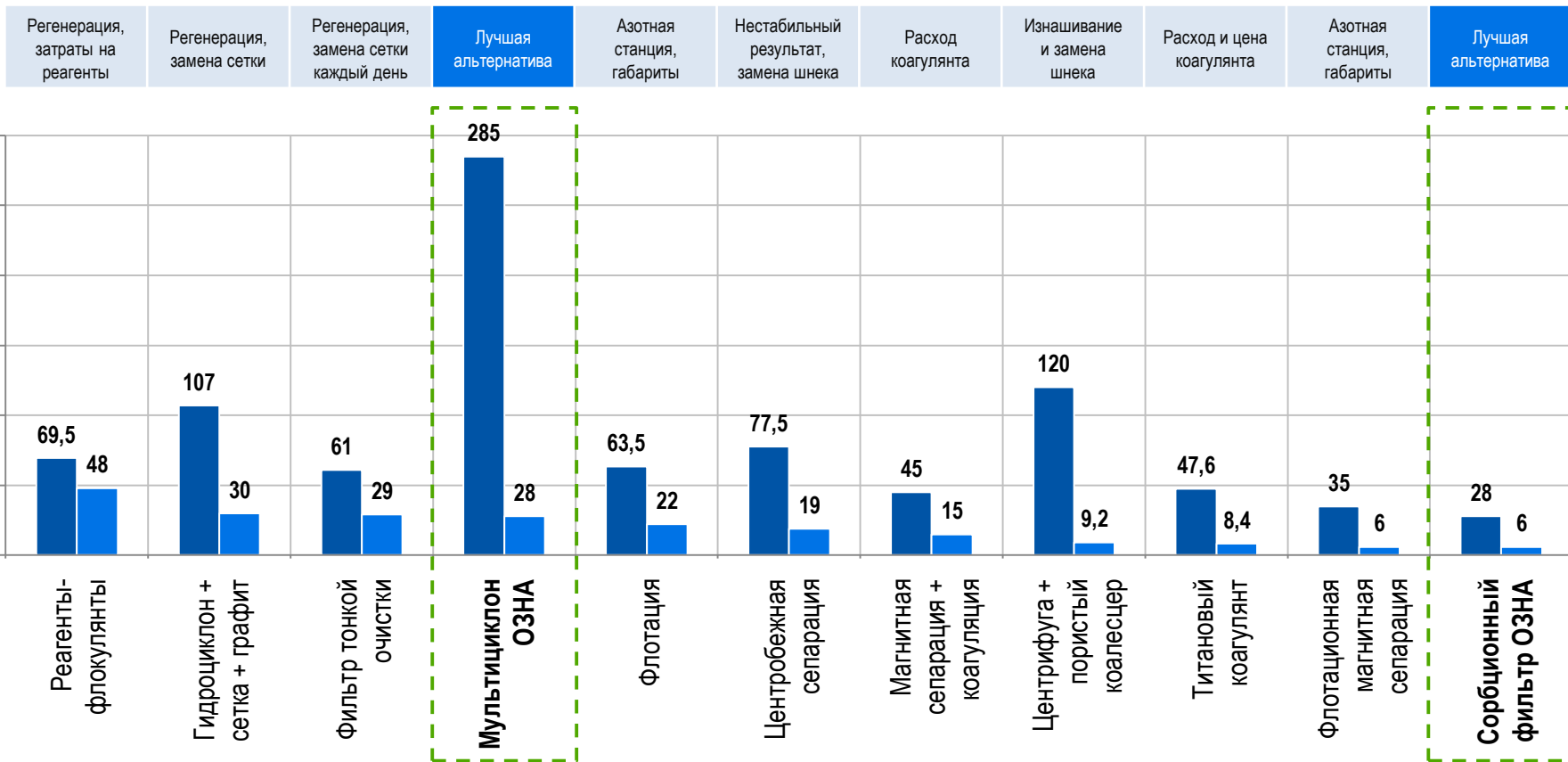
ЗАО «СИТТЕК»



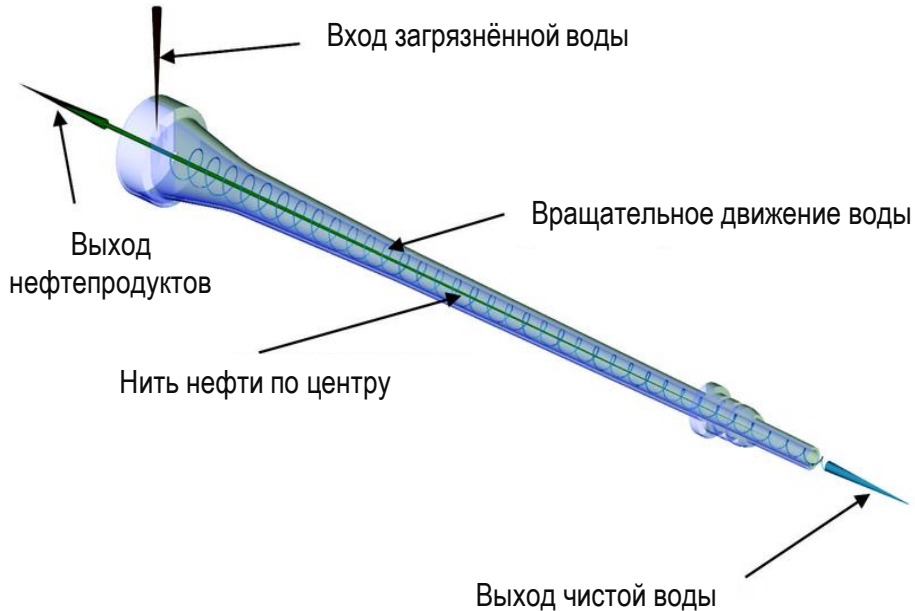
Флотационная магнитная  
сепарация

Hitachi Plant Technologies Ltd.  
(Япония)





## Схема работы нефтеотделителя

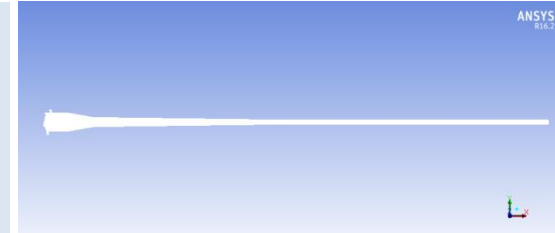


Для проектирования циклонов нефтеотделителей применена модель Шилера-Наумана, описывающая поведение капель нефти в воде

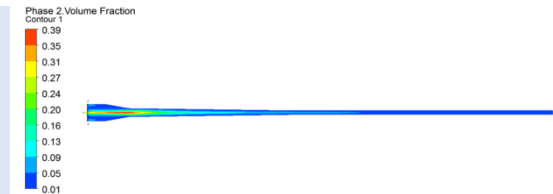
## Ansys Fluent - полихедральная сетка

- Модель турбулентности – RSM
- Моделирование дискретной фазы в подходе Эйлера
- Нестационарная постановка

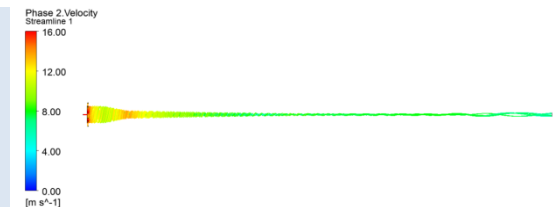
Расчётная сетка нефтеотделителя



Распределение нефти в сечении циклона



Распределение скоростей на периферии циклона



## Вызовы гидроциклонов

1 Узкий динамический диапазон циклонных технологий

2 Высокий перепад давления на циклонах

3 Валютная составляющая в импортных циклонах

4 Чувствительность входных отверстий к крупным мехпримесям и низкой температуре

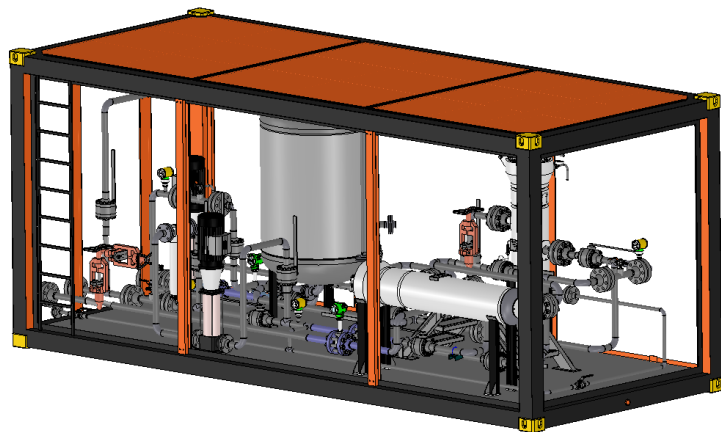
## Решение Компании «ОЗНА»

1 Динамический диапазон имеет разбег  $\pm 25\%$ , возможность масштабирования и отключения обечаек

2 Наше решение комплектуется насосным блоком, а существующие РВС в любом случае снижают давление до атмосферного

3 Полностью российская технология изготовления на мощностях «АК ОЗНА»

4 Применение грубых фильтров и исполнение в блок-боксе с обогревом

**Описание исследовательской установки**

**Технические характеристики**

Производительность	6-8 м <sup>3</sup> /час
Содержание нефтепродуктов на входе	1000 мг/л
Содержание ТВЧ на входе	500 мг/л
Эффективность очистки	5-10 мг/л
Тонкость фильтрации	10 и выше мкм
Гидравлическое сопротивление	2-5 атм.

**Состав и эффективность**
**1**

Гидроциклон - нефтеотделитель, очищающий воду по нефти до содержания в 50 мг/л

**2**

Гидроциклон - пескоотделитель, очищающий воду по механическим примесям до содержания в 30 мг/л и 10 мкм

**3**

Сорбционный фильтр, обеспечивающий доочистку по механическим примесям и нефтепродуктам до 10 мг/л

Демонстрация эффективности, как целиком по всей установке, так и по каждой ступени фильтрации в отдельности, путем отвода потока рабочей жидкости в выпускной коллектор через байпасные линии

Точки приложения	Применение
<b>Модернизация площадок УПСВ, отстойников РВС</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потребность возникает при проявлении проблемы качества подготовки воды на УПСВ и РВС</li> <li>• Нарастивание производительности подготовки воды</li> <li>• Ограниченность доступных площадей, свайного поля и подготовки площадки</li> </ul>
<b>Новые УПН и ЦПС</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гринфилды, где нет ещё необходимости строить большие резервуарный парки</li> <li>• «Безлюдные месторождения»</li> <li>• Замена части линии дегазации и подготовки воды двумя ступенями циклонов</li> </ul>
<b>Кустовые УПСВ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарастивание раннего сброса воды без расширения трубопроводного транспорта системы сбора</li> <li>• Сокращение диаметров сборных трубопроводов, сокращение толщины стенки</li> <li>• Применение распределенной системы закачки воды</li> </ul>
<b>Аренда/сервис водоподготовки</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аренда или сервис на период ремонта, замены или строительства парков РВС, объектов водоподготовки</li> <li>• Аренда при высокой неопределенности по входным данным – гранулометрия, содержание, газовый фактор</li> <li>• Сервис очистки скважинной жидкости от проппанта после ГРП</li> </ul>

A photograph of a large industrial facility, likely a factory or power plant. The scene is dominated by a large, complex machine with a prominent orange and grey color scheme. The machine has a large, dark, corrugated metal door. To the right, a crane with a chain hoist is visible. The background shows a high ceiling with a complex network of steel beams and pipes. The overall lighting is somewhat dim, with some bright spots from overhead lights.

**OZNA HOLDING COMPANY 2019**