

BEND

ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

2025

Участник
Инновационного
Центра
«Сколково»

Sk Resident

СОДЕРЖАНИЕ

О компании..... 3

Технологии и типовые задачи..... 4

Оборудование..... 5

Преимущества применения..... 9

Экономический эффект..... 10

Услуги..... 12

Отраслевые решения..... 13

Контакты..... 18

BEND

О КОМПАНИИ

Группа компаний «Бенд» проводит исследования и разработки в области промышленной гидравлики с 2014 года. Головная компания –«Бенд-Инжиниринг». Разработки запатентованы и реализованы в России и за рубежом.

Мы используем современные технологии обработки материалов и применяем новейшие средства проектирования и численного моделирования для расчета характеристик наших устройств.

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- разработка и производство оборудования и специализированной оснастки для промышленной очистки
- опытно-конструкторские работы в области промышленной гидравлики
- организация работ по промышленной очистки
- консультации по применению оборудования и технологии

BEND

ТЕХНОЛОГИИ И ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

- микрогидроударная технология – усовершенствование способа гидродинамической очистки за счет использования кавитационных явлений в жидкости. Возникающий при взаимодействии с очищаемой поверхностью эффект микрогидроудара позволяет контролировать производительность очистки инструментальными способами.
- роботизация и автоматизация технологических операций – роботизированные приспособления различной конструкции сокращают или исключают ручной труд при выполнении операций очистки. Автоматическая система управления перемещает и позиционируют очистную насадку, подает насадку вдоль очищаемой поверхности, а также обнаруживаем и размывает засоры без участия оператора
- автоматический контроль качества очистки (в перспективе – неразрушающий контроль поверхности) – выполняется роботизированным способом с помощью датчиков толщины отложений. Контроль качества очистки поверхности при «обратном ходе» насадки позволяет совмещать операции очистки и контроля качества. Данные контроля качества архивируются и документируются.
- разделение отходов очистки с повторным использованием воды (в перспективе) – выполняется роботизированным способом с применением насадок вакуумного типа и фильтров-разделителей отходов на твердые и жидкие фракции.
- очистка наружных поверхностей – типовая задача очистки, выполняется ручным или роботизированным способом с применением гидродинамических насадок для площадной очистки, закрепляемых на ручном пистолете или роботизированном манипуляторе
- очистка внутренних поверхностей трубопроводов – типовая задача очистки, выполняется ручным или роботизированным способом с применением гидродинамических насадок для роторной очистки, закрепляемых на полужесткой удлинительной пике, подаваемой вручную или роботизированным податчиком.
- разрушение твердых и особо твердых отложений – типовая задача очистки, выполняется ручным или роботизированным способом с применением гидродинамических насадок для точечной очистки, закрепляемых на ручном пистолете, роботизированном манипуляторе или полужесткой пике.









BEND

РУЧНАЯ ОЧИСТКА

Комплекс микрогидроударной очистки «Борей 40-500Э» - модульной конструкции. Насосный модуль -шкаф управления, насосы высокого давления, электромотор с зубчатой ременной передачей и натяжным роликом, напорный насос.

Модуль бака -расходный бак на 300 литров с запорным краном и поплавковым клапаном.

Модуль барабана –емкостью до 80 метров с ручным приводом.

Интеллектуальная система управления: устройство плавного пуска, датчики «сухого хода» и выносной пульт.

Характеристики базовой модели:

- трехплунжерные насосы 500 бар / 40 л/мин.
- напорный насос: центробежный, 60 л/мин
- электропитание: 380 В х 80 А
- потребляемая мощность: 44 кВт
- регулирование давления: разгрузочный клапан UL500
- пиковое давление: аварийный клапан VS500
- расходный бак: 300 литров, с индикатором уровня
- силовой кабель: 20 метров
- рукав высокого давления: 20 метров
- барабан для ручной намотки рукава
- пистолет-распылитель с удлинительным копьем
- форсунка микрогидроударной очистки
- выносной пульт управления



Гарантийный срок службы:

Гарантия на оборудование: 12 месяцев на основные узлы, не включает естественный износ деталей и узлов.

Предусмотрено периодическое техническое обслуживание и обучение специалистов Заказчика

BEND

РОБОТИЗИРОВАННАЯ ОСНАСТКА

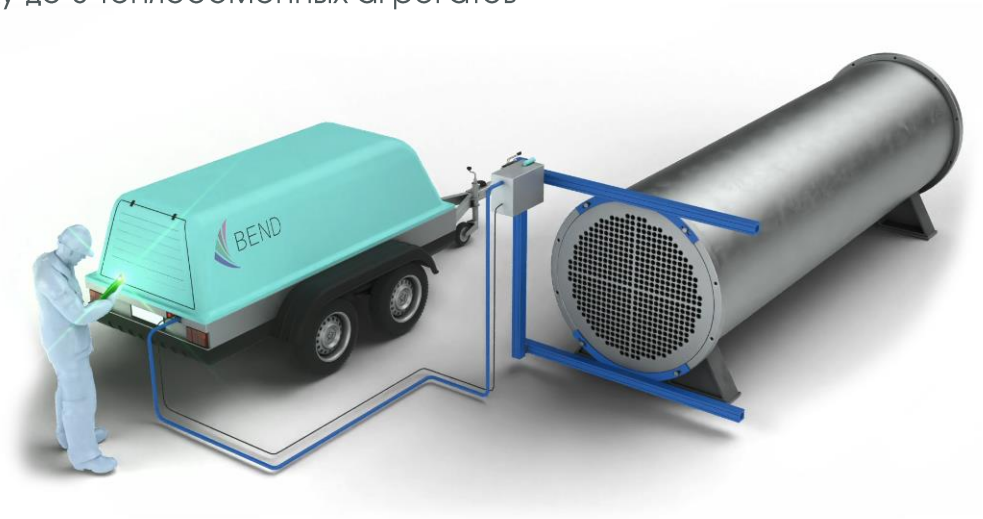
Роботизированный комплекс для автоматизированной микрогидроударной очистки теплообменного оборудования.

Особенности: система автоматического перемещения и позиционирования очистной насадки, система обнаружения засоров с функцией управления размытием, система автоматического мониторинга качества поверхности в процессе очистки.

Комплекс позволяет выполнять одновременную очистку до 3 теплообменных агрегатов

Характеристики оборудования:

- рабочий расход: 40-60 л/мин.
- рабочее давление: 200-500 bar
- рабочее напряжение: 380 в
- рабочая жидкость: вода
- очищающая насадка: микрогидроударный эффект
- подача насадки в трубку: гибкая пика
- устройство перемещения очистной насадки с гибкой пикой с креплением на трубной доске
- устройство подачи гибкой пики с двойным податчиком и системой автоматического позиционирования
- датчики перемещения гибкой пики с системой обнаружения засоров
- датчики толщины отложений на очищаемой поверхности
- устройство управления с функциями искусственного интеллекта



Гарантийный срок службы:

Гарантия на оборудование: 12 месяцев на основные узлы, не включает естественный износ деталей и узлов.

Предусмотрено периодическое техническое обслуживание и обучение специалистов Заказчика

BEND

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ РУЧНОЙ ПОДАТЧИК

Роботизированный ручной податчик – предназначен для подачи насадки с гибкой пикой вдоль очищаемой трубки теплообменника с ручным или автоматическим управлением подачей. Применяется при очистке теплообменников с расположением трубок в труднодоступных местах, а также при выполнении небольших объемов работ.

Особенности: возможность крепления и фиксации податчика в торце очищаемой трубки, ручное или автоматическое управление подачей.

Характеристики оборудования:

- рабочее напряжение: 27 в
- подача насадки в трубку: гибкая пика
- устройство подачи очистной насадки с возможностью крепления на торце очищаемой трубки
- Управление с пульта







Гарантийный срок службы:

Гарантия на оборудование: 12 месяцев на основные узлы, не включает естественный износ деталей и узлов.

Предусмотрено периодическое техническое обслуживание и обучение специалистов Заказчика



BEND

СЕРИЯ ПФ – НАСАДКИ С ПРЯМЫМ ДЕЙСТВИЕМ

ПФ-001

материал: сталь 40Х
размеры: ø12х32
отверстия: 1хØ1,6
установочный размер: G1/8”(F)
рабочее давление: 200..500 бар
расход воды:23..36 л/мин.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

микрогидроударная насадка средней мощности для очистки твердых засоров в теплообменниках диаметром от 14 мм, а также для точечного разрушения материалов.



ПФ-002

материал: сталь 40Х, бронза
размеры: ø12х25
отверстия: 4хØ 0,5
установочный размер: G1/8”(F)
рабочее давление: 200..500 бар
расход воды: 9..14 л/мин.

микрогидроударная насадка низкой мощности для очистки вязких засоров в теплообменниках диаметром от 14 мм, а также для площадной очистки.



ПФ-003 исп. 020-022

материал: сталь 40Х13
размеры:
ø12х44 (исп. 020)
ø14х44 (исп. 021)
ø16х44 (исп. 022)
отверстия: 1хØ1,8
установочный размер: М8х1,5
рабочее давление: 200..700 бар
расход воды: 30..55 л/мин.

микрогидроударная насадка повышенной мощности для очистки твердых засоров в теплообменниках диаметром от 14 до 24 мм, Оптимизирована для очистки отложений на стенках трубок. Установочный размер рассчитан на метрические соединения гидравлических линий





BEND

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ

- Высокая производительность: очистка выполняется в 3-5 раз быстрее за счет уникальных свойств микрогидроударного эффекта
- Низкое энергопотребление: микрогидроударнный эффект позволяет выполнять работу с давлением 200-500 бар без потери производительности, при этом энергопотребление снижается вдвое
- Стоимость оборудования: оборудование меньшего давления требует меньших затрат на приобретение и обслуживание
- Широкий диапазон применения: от очистки хрупких поверхностей и до разрушения бетонных и кирпичных конструкций
- Экологичность: процесс очистки не требует применения химических реагентов, возможна организация замкнутого цикла использования воды.
- Безопасность применения: не требуют применения специальных мер защиты, специфических для оборудования сверхвысокого давления
- Высокая норма выработки: один роботизированный комплекс обслуживается одним оператором
- Сокращение времени операций: общее время выполнения очистки сокращается вдвое за счет совмещения операций очистки и контроля качества поверхностей
- Инструментальный контроль: система инструментального контроля качества поверхностей накапливает данные и предоставляет объективную информацию о результатах очистки







BEND

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ: МИКРОГИДРОУДАР

Сравнение микрогидроударной технологии и «типовой» гидродинамической очистки

N	Критерий	Микро	Типовая	Примечание
1	Рабочее давление	500 бар	1000 бар	давление на выходе установки
2	Потребляемая мощность	50 квт	100 квт	энергопотребление растет линейно
3	Производительность очистки	1 м/мин	0,2 м/мин	эффект микрогидросдара
4	Стоимость оборудования (порядок)	3-4 млн	6-8 млн	Стоимость оборудования растет экспоненциально
5	Стоимость комплектующих	средняя	высокая	комплектующие для 1000 бар - дороже
6	Стоимость ремонта и обслуживания	0,2 млн	2,5 млн	для 1000 бар - проблемы водоподготовки
7	Стоимость владения	1,2 млн	4,3 млн	амортизация, энергия, обслуживание*
8	Срок поставки запасных частей	1-2 нед.	до 3,5 мес.	для 1000 бар запчасти из-за рубежа
9	Необходимость водоподготовки	нет	да	+ стоимость оборудования и расходных материалов для водоподготовки
10	Необходимость защитных мер	минимум	высокая	+ стоимость защитного оборудования, снаряжения и обучения
11	Универсальность применения	да	нет	некоторые виды загрязнений не очищаются давление в 1000 бар

* в стоимость владения за год включены: амортизация в течение 5 лет, энергопотребление из расчета: 1000 часов в год х 4 руб/квт х потребляемая мощность (50 квт / 100 квт), обслуживание 1 раз в год.

BEND

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ: РОБОТИЗАЦИЯ

Для сравнения используется ручная технология очистки: при трехсменной работе количество работников: 9 рабочих + 3 бригадира-оператора (всего 12 человек). При этом контроль качества очистки выполняется вручную за время, сопоставимое с временем очистки

N	Критерий	Ручная	Робот	Примечание
1	Длина труб теплообменника	6000 мм	6000 мм	взято для примера
2	Количество трубок теплообменника	500	500	взято для примера
3	Производительность очистки	1 м/мин	1,5 м/мин	за счет сокращения простоев
4	Количество сотрудников для очистки (три смены)	12 чел	3 чел	вручную: 3 рабочих + 1 оператор робот: 3 оператора
5	Количество сотрудников для инспекции (три смены)	3 чел	1 чел	вручную: 3 оператора (непрерывно) робот: 1 контролер (периодически)
6	Время выполнения очистки	50 часов	35 часов*	3000 метров (6 метров х 500 ед)
7	Время выполнения инспекции	40 часов	0 часов	робот выполняет инспекцию в процессе очистки
8	Фонд оплаты труда	100%	25%	экономия ФОТ за счет сокращения времени присутствия работников на объекте
9	Необходимость монтажа оборудования	нет	да	ко времени выполнения очистки добавляется монтаж и демонтаж оборудования
10	Необходимость обучения оператора	да	да	обучение работе с насосной установкой и роботизированным комплексом

BEND

УСЛУГИ

- Разработка и проектирование гидравлического оборудования и технологической оснастки - опыт проектирования, производства и эксплуатации гидравлического оборудования позволяет нам выступать экспертами в вопросах создания образцов оборудования и технологической оснастки для отдельных видов работ.

- Научные исследования в промышленной гидравлике - сотрудничество с ведущими научными организациями, наличие собственной лабораторной базы, опыт в проведении исследований позволяют выполнять научно-исследовательские работы в интересах заказчиков.

- Определение оптимальных режимов очистки поверхностей - в ходе лабораторных экспериментов определяются оптимальные комбинации характеристик процессов очистки: углы наклона к поверхности, расстояния до поверхности, скорости перемещения насадки. Найденные оптимальные режимы в дальнейшем используются для решения практических задач.

- Опытно-конструкторские работы с созданием прототипов - опыт в проектировании гидравлических систем высокого давления и в общем машиностроении, налаженные производственные связи, наличие собственных лабораторий позволяют создавать прототипы оборудования в соответствии с требованиям заказчиков.

- Авторский надзор и инженерно-техническое сопровождение – нами обеспечивается точность и последовательность выполнения технологических операций на этапе пуско-наладки оборудования. Опыт и знания в производственных процессах позволяют нам давать компетентные рекомендации при организации выполнения работ.

- Модернизация существующего оборудования - по мере развития парка оборудования и появления новейших технологических решений мы предлагаем заказчикам не покупать новые экземпляры, а модернизировать узлы и агрегаты оборудования, эксплуатируемого заказчиком.

- Сервисное обслуживание оборудования – выполнение периодического обслуживания необходимо для обеспечения надежности работы оборудования. Мы выполняем сервисное обслуживание, а также и проводим необходимое обучение специалистов заказчика. При регулярном сервисном обслуживании гарантия продлевается до 36 месяцев

BEND

РЕШЕНИЕ: ОЧИСТКА ТЕПЛООБМЕННИКА

- образец: **фрагмент теплообменника Ду=100 мм** – материал: сталь, отложения: кальций (водяная накипь)
- проблема: удаление твердых отложений производится механическим или гидромеханическим способом – высверливанием фрезами с различным приводом., что приводит к механическим повреждениям очищаемой поверхности, а также к ограниченности зоны применения
- демонстрация работы микрогидроударной технологии - воздействие кавитирующей струи, направленной в кромку трубы перпендикулярно очищаемой поверхности с давлением 500 бар, продолжительностью 60 секунд
- воздействие на отложения - устойчивые разрушения и вымывание отложений в зоне воздействия кавитирующей струи, отслоение отложений от внутренних поверхностей теплообменника, производительность и эффективность очистки существенно выше механической
- анализ результатов - стабильный эффект удаления водяных накипей с внутренних поверхностей труб, отличное качество очистки с высокой производительностью, без использования механических инструментов.

ДО ОЧИСТКИ



ПОСЛЕ 60-СЕКУНДНОЙ ОЧИСТКИ



BEND

РЕШЕНИЕ: ОЧИСТКА ТЕПЛООБМЕННИКА

- образец: **теплообменник охлаждения битума** – материал: сталь, отложения: нефтяные шламы (мазутная накипь)
- проблема: удаление твердых отложений производится гидромеханическим способом – высверливанием фрезами с гидродинамическим приводом. Это приводит к механическим повреждениям очищаемой поверхности, а также к затруднениям в очистке U-образных трубок охлаждения
- демонстрация работы микрогидроударной технологии - воздействие кавитирующей струи, направленной вдоль оси трубы с давлением 500 бар, с возвратно-поступательными движениями насадки, гибкая пика обеспечивает прохождение U-образных поворотов
- воздействие на отложения – устойчивая эффективность очистки с производительностью выше обычной в 3-5 раз, с отличным качеством очистки и стабильным прохождением U-образных поворотов
- анализ результатов - стабильный эффект удаления накипей с внутренних поверхностей трубок, отличное качество очистки с высокой производительностью, без применения химических компонентов и механических инструментов

ДО ОЧИСТКИ



ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ



BEND

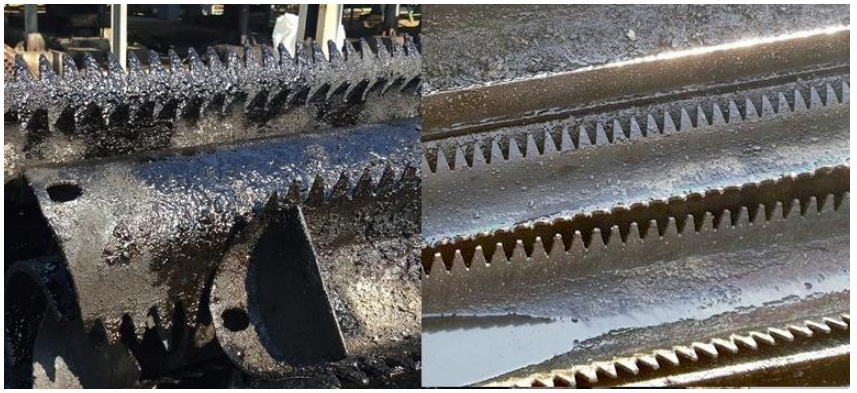
РЕШЕНИЕ: ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ

- образец: **детали ректификационной колонны (лотки)** – материал: сталь, отложения: нефтяные шламы (мазутная накипь)
- проблема: удаление твердых отложений производится гидродинамическим способом – сверхвысоким давлением (более 1000 бар), с неполной очисткой поверхности, низкой производительности и высокой трудоемкостью выполняемых операций
- демонстрация работы микрогидроударной технологии – воздействие кавитирующей струи с давлением 500 бар, суммарной продолжительностью около 40 секууд, при этом струя направляется вручную на различные участки очищаемой детали
- воздействие на отложения микрогидроударов - устойчивый смыв отложений в зоне воздействия кавитирующей струи, производительность чистки повышена втрое (40 секунд против 2 минут), качество очистки отличное
- анализ результатов - стабильное качество очистки при высокой производительности и минимальных физических затратах оператора очистки



ДО ОЧИСТКИ

ПОСЛЕ ОЧИСТКИ



BEND

РЕШЕНИЕ: ОЧИСТКА ОТЛОЖЕНИЙ КАУЧУКА

- образец: **элемент оборудования** по производству синтетического каучука
- проблема: удаление отложений каучука с деталей оборудования в технологическом процессе производства выполняется гидродинамическим способом – сверхвысоким давлением (более 1000 бар), с высокой энергоемкостью и крайне низкой производительностью; требуется высокопроизводительный способ очистки
- демонстрация работы микрогидроударной очистки - воздействие кавитирующей струи с давлением 500 бар, суммарной продолжительностью около шести минут; при этом струя направляется вручную на различные части очищаемого оборудования
- воздействие микрогидроударов на отложения - устойчивое отслоение и смыв отложений каучука с высокой производительностью: за время демонстрации (6 минут) деталь оборудования была очищена полностью, качество очистки отличное
- анализ результатов - стабильный эффект удаления отложений каучука с деталей оборудования, отличное качество очистки с высокой производительностью и низкой энергоемкостью, без применения химических компонентов и механических инструментов

ДО ОЧИСТКИ



ПОСЛЕ ОЧИСТКИ



BEND

РЕШЕНИЕ: ОЧИСТКА ТРУБ НКТ

- образец: **насосно-компрессорная труба**, заполненная затвердевшим буровым раствором
- проблема: удаление затвердевшего бурового раствора с внутренних поверхностей механическими или гидродинамическими способами имеет крайне низкую производительность и высокие энергозатраты
- демонстрация работы микрогидроударной технологии - воздействие кавитирующей струи, направленной вдоль оси трубы с давлением 500 бар, с возвратно-поступательными движениями насадки
- воздействие микрогидроударов на отложения - устойчивое размытие отложений бурового раствора, с производительностью 2 трубы за смену бригадой из 2 человек, при этом трубы очищены полностью, качество очистки поверхностей отличное.
- анализ результатов - стабильный эффект удаления отложений бурового раствора с внутренней поверхности трубы, отличное качество очистки в сочетании с высокой производительностью, без применения химических компонентов и механических инструментов. При значительных объемах выполнения работ рекомендуется использование роботизированной оснастки

ДО ОЧИСТКИ



ПОСЛЕ ОЧИСТКИ



BEND

КОНТАКТЫ

ООО «БЕНД-РТ»

роботизированные комплексы
микрогидроударная очистка

115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 33, корп. 29
+7 (495) 131-12-73
info@bend-rt.com

www.bend-rt.com

Участник Инновационного Центра «Сколково»

BEND