

**РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ОБРАТНОГО  
КЛАПАНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВНУТРИСКВАЖИННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ БЕЗ СПУСКО-ПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

**А.А. Азеев  
О.Х. Ахмедзянов**



## ▶ АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ДЛЯ РЫНКА СЕРВИСА МЕХ. ФОНДА

Фонд УЭЦН и ШГН –  
более 140 тыс.  
скважин

Их них более 50%  
составляет внешний  
сервис.

**ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА** – несвоевременная борьба с основными осложняющими факторами: асфальтосмолопарафиновыми, гидратными и пескосодержащими отложениями на внутренней полости и приемном модуле скважинного насоса на средне и малodeбитных наклонных и вертикальных скважинах из-за трудоёмких спуско-подъемных операций.

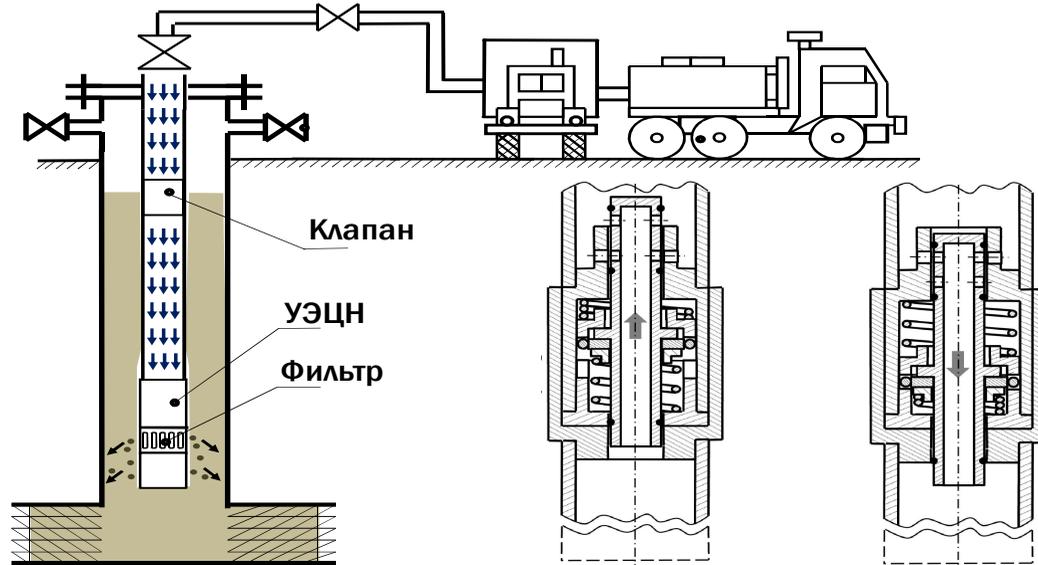
Распределение причин отказов  
скважинных насосных установок



- В себестоимости добычи нефти затраты на преодоление осложняющих факторов составляют 25...50 % от эксплуатационных затрат, включающих в т.ч. время на СПО (от 50 до 80% всего времени ремонта).
- 40% отказов глубинных насосов в России (ущерб около 110 млрд. руб.),
- Ресурс насосов падает в 5-10 раз,
- Установки перегреваются, выпадают соли
- Отказы ШГН из-за износа клапанов составляют 30% от общего числа отказов

# ▶ РЕШЕНИЕ – МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО КЛАПАНА

## Внутренняя прямая промывка – клапан КИНГ

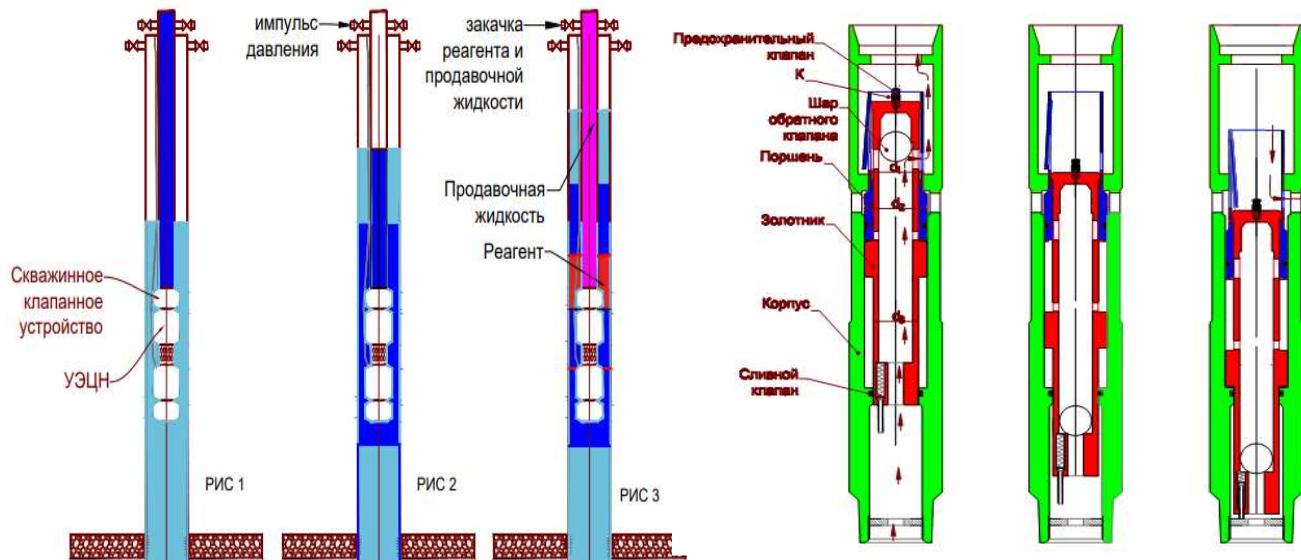


Ведение очистных работ **без спускоподъемных операций и поднятия давления** в колонне, **независимо от наклона ствола скважины** обеспечивается работой **объемного кулачкового механизма**, очередность и глубина пазов и скосов кулачка в котором определяет программу работы клапана.

## Патенты на изобретения



## Комбинированная промывка – клапан СКУ



Ведение очистных работ **без спускоподъемных операций** за счет **поднятия давления** в колонне вертикальной скважины, обеспечивается **изолированной пусковой камерой**, работающей вместо пружины.



## ► ПРЕИМУЩЕСТВА, ВОЗМОЖНОСТИ

### ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- увеличение добычи нефти и ресурса насосной установки;
- работа в скважинах независимо от угла наклона;
- обратного клапана;
- сливного клапана;
- шламовителя с возможностью самоочистки;
- проведение «мягкого запуска» установки;
- опрессовочного клапана;
- промывочного клапана.

### ОПЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТКИ:

1. Глушение скважин
2. Промывки УЭЦН и НКТ с использованием АДПМ
3. Очистку НКТ от АСПО в скважине с использованием АДПМ при проведении подземного ремонта.
4. Освоение после ГРП пенной системой без использования УЭЦН.
5. Закачку реагентов в призабойную зону пласта скважины при спущенном УЭЦН.
6. Повысить контроль за выполнением технологической операции.
7. Удаление песчаных пробок из НКТ.
8. Удаление отложений АСПО, солей и мехпримесей с УЭЦН и НКТ.

# ▶ СУЩЕСТВУЮЩИЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ «СПАСЕНИЯ» НАСОСОВ

## Промывка УЭЦН с обратным клапаном:



⊕ Обратный переток исключен, запуск УЭЦН быстрее

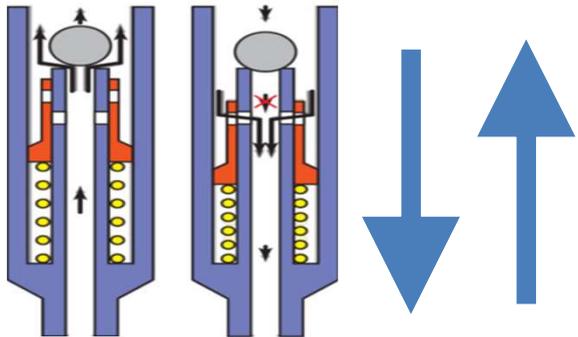
**НО**

⊖ Нет очистки фильтров без подъема оборудования

⊖ Наклон скважины до 30°

ИЛИ

## Промывка УЭЦН с клапаном КОТ:



⊕ Очистка без подъема оборудования

**НО**

⊖ Длительный рост давления, наклон до 30°

### Методы снижения влияния мех. примесей на работу насосного оборудования

#### Исключение попадания мехпримесей на забой

Закачка в пласт скрепляющих агентов

Коксование

Фильтры на забой

Подлив жидкости в затруб

Снижение обводненности

Снижение депрессии

Ограничение КВЧ в технологич. жидкостях при бурении, освоении

#### Защита приема насоса

Фильтры под насос

Очистка призабойной зоны

Промывка зумпфа

Контроль за КВЧ при эксплуатации

Газопесочные якоря

Сепараторы

#### Повышение износостойкости

Упрочнение поверхностей насосов

Износостойкие и коррозионностойкие исполнения

Насосы с эластичным плунжером

Насосы с плунжером «пескобрей»

Насосы с подвижным цилиндром

### Методы очистки насоса

#### Термические методы и промывки

Промывка горячей нефтью

Пропарка острым паром

Экзотермические реагенты

Электродепарафинизация

#### Химические методы (смачивающие, модификаторы, депрессаторы, диспергаторы)

Задавка хим. вещества дозатором через затрубное пространство со СПО

Задавка хим. вещества глубинным дозатором

## ▶ СРАВНЕНИЕ АНАЛОГОВ

Наименование показателей	Технологии не применяются	Технология подачи реагента в затрубное пространство скважины	Технология подачи реагента через НКТ в насос (КОТ,АКОШ)	Технология с использованием МОК
1	2	3	3	5
Дебит нефти , т/сут	14	14	14	14
Наработка на отказ, сут	130	200	300	700
Стоимость бригады-час ,руб	5000	5000	5000	5000
Продолжительность подземного ремонта ,час	48	48	48	48
Количество подземных ремонтов	2,81	1,83	1,22	0,52
Затраты на подземный ремонт скважины,руб	673846	438000	292000	125143
Количество промывок в год(скользящий)	0,00	2,90	2,90	2,90
Стоимость необходимого оборудования, руб	12800	12800	15000	187200
Затраты на проведение технологии , руб.	12800	302483	304683	476883
Затраты на ремонт УЭЦН, руб	701923	456250	304167	130357
Итого затраты, руб	1388569	1196733	900849	732383
Время работы скважины ,сут	359	361	363	364
Добыча нефти с учетом простоя скважины,т	5031	5059	5076	5095
Расчет себестоимости скважины,руб/т	276	237	177	144
Эффективность		0,2	0,6	0,9
Окупаемость, мес.		72,0	21,6	13,0

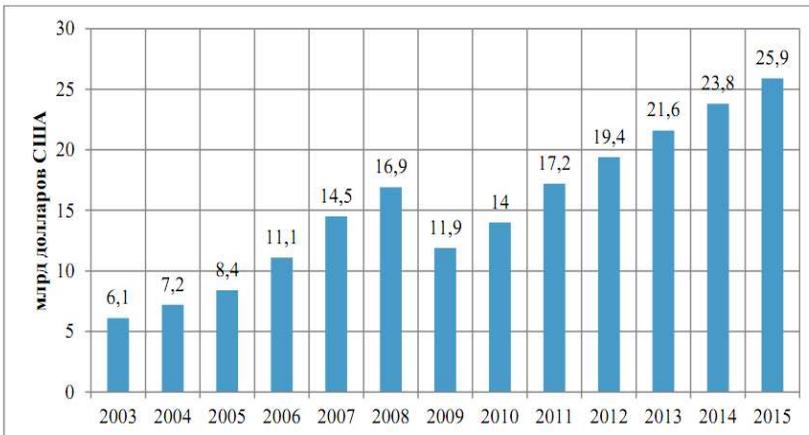
# ▶ РЫНОК НЕФТЕСЕРВИСНЫХ УСЛУГ

## Структура российского рынка нефтесервисных услуг



В 2015 году объем рынка насосного сервиса составил 88,2 млрд руб.

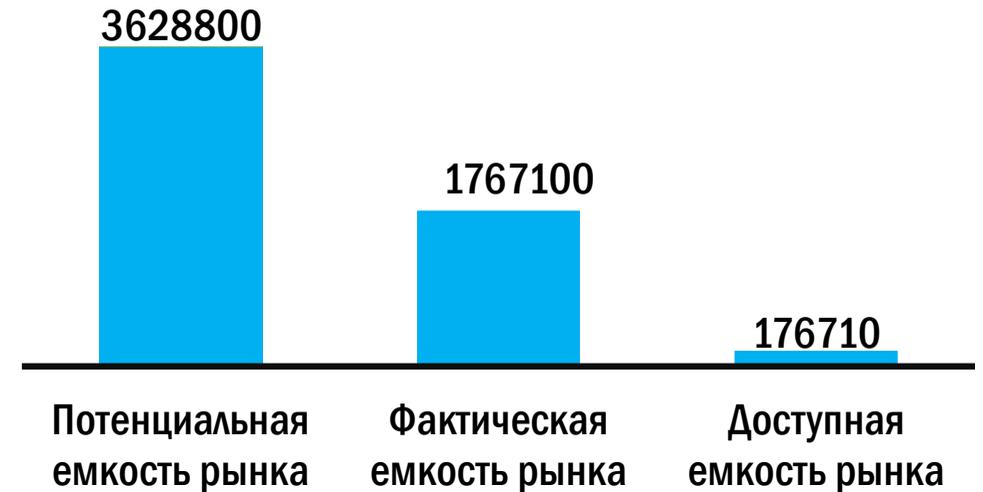
### Динамика развития рынка нефтегазового сервиса в РФ



### Выручка основных сегментов нефтесервисного рынка России в 2015 году



## Оценка емкости рынка, тыс. руб.



### Расчет емкости рынка

Потенциальную емкость рынка определим по формуле:

$$E_{\text{п}} = 144000 * 0,30 * 0,42 * 200 = 3628800 \text{ т.руб}$$

В год проводится 70123 подземных ремонтов по скважинам

фактическую емкость рынка определяем по формуле:

$$E_{\text{ф}} = 70123 * 0,3 * 0,42 * 200 = 1767100 \text{ т.руб}$$

С учетом конверсии определим доступную емкость рынка:

$$E_{\text{д}} = 1767100 * 0,1 = 176710 \text{ т.руб}$$

### Объем отраслевого спроса на клапаны

Российские нефтедобывающие компании – 75 – 85 тыс. комплектов клапанов для ШГН, 65 – 70 тыс. шт. для УЭЦН, на общую сумму свыше 1,5 млрд. рублей.

# ► БИЗНЕС-МОДЕЛЬ

<p><b>Ключевые партнеры</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Новомет -Пермь АО</li> <li>•РН-Ванкор ООО</li> <li>•СФУ ФГАОУ ВО</li> </ul>	<p><b>Ключевые виды деятельности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание уникального ценностного предложения для конкретных потребительских сегментов.</li> <li>- Реализация наших уникальных ценностных предложений по каналам сбыта.</li> </ul> <p><b>Ключевые ресурсы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание и поддержания взаимоотношений с конкретными потребительскими сегментами.</li> <li>- Доставка и послепродажное обслуживание для каждого потребительского сегмента.</li> <li>- Поддержание и развитие потоков поступления доходов.</li> </ul>	<p><b>Ценностное предложение</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для нефтяных компаний России и зарубежья: Продажа инновационного оборудования, обеспечивающего в сравнении с аналогами:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обратное открывание клапана при промывке без дополнительного постоянного подъема давления в колонне насосно-компрессорных труб на наклонных скважинах;</li> <li>- Четыре и более режима направления потоков при внутрискважинных операциях;</li> <li>- Реализацию постоянного циклического чередования гидромеханических и химических способов очистки;</li> <li>- Совмещение сервисных операций с оборудованием выше клапана и одновременная очистка оборудования ниже клапана;</li> <li>- Возможность автоматизации процесса очистки без подъема погружного оборудования;</li> <li>- Повышенную герметичность запорного элемента, имеющая долговременный характер, обеспечивающая снижение времени выдержки перед повторным включением насоса.</li> </ul> </li> <li>2. Для нефте-сервисных компаний: Продажа патента, лицензии.</li> <li>3. Для заводов: Помощь в создании, испытании, исследовании опытных образцов предлагаемой разработки, продажа патента, лицензии.</li> </ol>	<p><b>Взаимодействие с клиентами</b></p> <p>Наши потребительские сегменты от нас ожидают установление и поддержание следующих взаимоотношений: помощь в создании, испытании, исследовании опытных образцов новых разработок, создание патентов, продажи лицензий.</p> <p>Уже сейчас установлены следующие взаимоотношения: заказ на исследование опытных образцов новых разработок.</p> <p>Для установления и поддержания таких отношений требуются расходы: гранты на НИОКР.</p> <p>Такие отношения являются важным звеном в общей схеме бизнес-модели.</p> <p><b>Каналы сбыта</b></p> <p>Прямые переговоры, установление договорных отношений, заказ.</p>	<p><b>Потребительские сегменты</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нефтяные компании России и зарубежья</li> <li>2. Нефте-сервисные компании</li> <li>3. Заводы</li> </ol>
<p><b>Структура издержек</b></p> <p>Наиболее важные расходы: НИОКР, продвижение.</p> <p>Наиболее дорогие ключевые ресурсы: поддержание и развитие потоков поступления доходов.</p> <p>Наиболее дорогие ключевые виды деятельности: создание уникального ценностного предложения.</p> <p>Способ минимизации структуры издержек компании: функционально-стоимостной анализ.</p>		<p><b>Потоки доходов</b></p> <p>Наши потребители действительно готовы платить за возможность обратного открывания клапана при промывке без дополнительного постоянного подъема давления в колонне насосно-компрессорных труб и работу на наклонных скважинах.</p> <p>За что наши потребители уже платят сейчас: НИОКР.</p> <p>Наши потребители платят сейчас: через выделение грантов.</p> <p>Наши потребители предпочли бы платить: за готовое решение, подготовленное к серии.</p> <p>В настоящее время проект развивается на грантовые и собственные средства.</p>		

# ▶ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Расчет эффективности предлагаемой технологии на примере скв 194 Курманаевского месторождения

Наименование показателей	Обозначение в формуле	Формулы для расчета	Профилактические промывки не проводится	Сравнением профилактических промывок по предлагаемой технологии	"+/-"
Дебит нефти , т/сут	Qн		17	17	
Наработка на отказ, сут	No		117	335	
Стоимость бригады-час подземного ремонта,руб	Ср		5000	5000	
Продолжительность подземного ремонта , час	Тр		48	48	
Количество подземных ремонтов в год(скользящий)	Кр	$\frac{365}{No}$	3,12	1,09	-2
Затраты на подземный ремонт скважины,руб	Зр	$= Ср \times Тр \times Кр$	748718	261493	-487225
Количество промывок в год(скользящий)	Кп	$= \frac{365}{No - 4}$	0,00	3,23	3
стоимость необходимого оборудования	С <sub>о</sub>	КС-73+ШУ-73+ШОК-73=12800 руб КНП=100000 руб	12800	87200	74400
Затраты на проведение промывки с учетом стоимости необходимого оборудования	Зп	$= C_o + 100000 \times Кп$ Стоимость промывки 100000 руб из них 60000 руб стоимость реагентов	12800	410209	397409
Затраты на ремонт УЭЦН	Зэ	$= 250000 \times Кр$	779915	272388	-507526
Итого затраты	Зи	$= Зр + Зп + Зэ$	1541432	944089	-597343
Время работы скважины с учетом простоя скважины,сут	Тп	$= 365 - Кр \times Тр / 24$	359	363	4
Добыча нефти с учетом простоя скважины,т	Дп	$= Тп \times Qн$	6099	6168	69
Расчет себестоимости с учетом простоя скважины,руб/т	СЕБ	$= \frac{Зп}{Дп}$	253	153	-100
Эффективность	Э	$= (СЕБб - СЕБт) \times Дпт / Зп$	1,5		
Окупаемость	О	$= 12 \times Зп / ((СЕБб - СЕБт) \times Дпт)$	8,0	месяца	

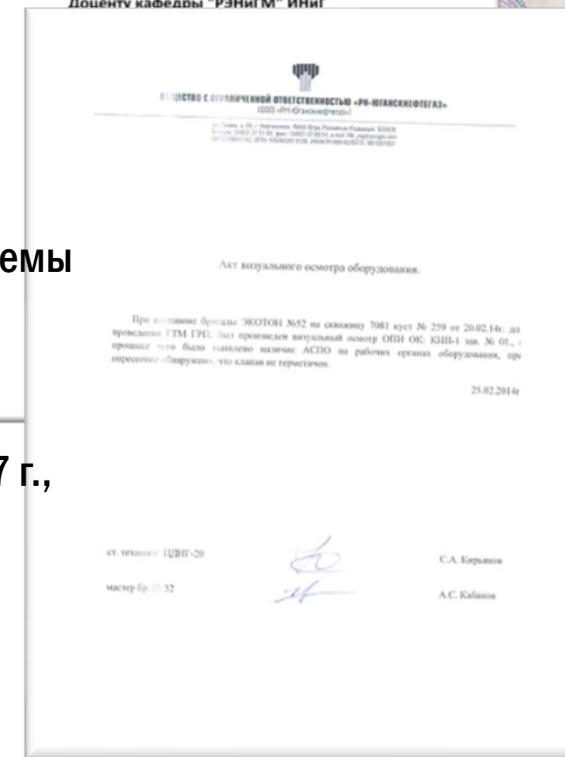
При расчете эффективности рассматривались прямые затраты. Результате по сравнению без проведения технологических промывок получено следующее:

1. Снижаются затраты 600 т.руб,
2. Уменьшается себестоимость на 100 т.руб/т
3. Возрастает эффективность на 150%, окупаемость
4. Окупаемость составляет 8 месяцев

## ► РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ



1. Получены патенты на изобретения. Проведены испытания клапана СКУ.
2. Изготовлен второй рабочий макет разработанного оборудования – клапана КИНГ.
3. Проведены теоретические исследования рассматриваемого процесса по результатам которых написаны статьи и переданы в журналы Scopus и Web of Science.
4. Ссылки на опубликованные статьи: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38507423>  
<https://elibrary.ru/item.asp?id=27252702>
5. Апробация результатов работы:
  - в международной научной конференции «Нефть и газ Сибири – 2017», 19 апреля 2017 г., Красноярск;
  - в конкурсе «Битва стартапов» в рамках Innoweek-2017, 26 мая 2017 г., Тюмень;
  - на финале федерального конкурса от Фонда содействия инновациям по программам УМНИК (г. Москва) и УМНИК ТЕХНЕТ НТИ (г. Санкт-Петербург), 2017 г.;
  - в стартап-акселераторе России и Восточной Европы Generation-S 2017, г. Москва;
  - в VI Международной научно-практической конференции молодых ученых «Экологические проблемы нефтедобычи-2017», Уфа;
  - в акселерационной программе «Инновационный прорыв-2017» проводимой КГАУ «КРИТБИ», Красноярск;
  - в конкурсе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «ЭВРИКА! Концепт» 2017 г., Москва;
  - в конкурсе «Новомет-Генератор будущего» для технологических проектов, 2019 г., Пермь.



# ▶ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Утверждаю: Начальник ПРЦЭПУ-3  
ООО «НЗНО»  
Бобров С.А.

13 сентября 2011г

п. Приютово

## АКТ

об испытании скважинного клапанного устройства для промывки УЭЦН в скважине по заявке №2011100188 поданной в РОСПАТЕНТ

Мы, нижеподписавшиеся: от ООО «Энерготехноком»  
Директор Борисов Е.Г.  
Ведущий технолог Ахмедзянов О.Х.  
от ООО «НЗНО» АНК «Башнефть»  
Начальник ПРЦЭПУ-3 Бобров С.А.  
Старший мастер ПРЦЭПУ-3 Сунагатов К.Б.  
составили настоящий акт в том, что

«13» сентября 2011 года провели испытание устройства на стендовой скважине в ПРЦЭПУ-3 ООО «НЗНО» АНК «Башнефть».

Цель испытания: проверка работоспособности устройства при работе с УЭЦН в условиях приближенных при работе на скважине.

Задействовано оборудование: Стендовая скважина, УЭЦН.

Проведение испытания и результаты испытания:

Спустили в стендовую скважину следующую компоновку сверху вниз: скважинные клапанные устройства (в положении открытых промывочных отверстий) ЭЦН – 3 секции. По результатам испытания при работе ЭЦН промывочные отверстия закрылись. Подача жидкости насосом, давление согласно протоколу испытания № 1047 в пределах нормы. При остановке ЭЦН жидкость выше насоса не сливалась, т.е. устройство может выполнять функции обратного клапана.



*Е.Г. Борисов*  
(ПОДПИСЬ)

Борисов Е.Г.  
(ФАМИЛИЯ И.О.)

*О.Х. Ахмедзянов*  
(ПОДПИСЬ)

Ахмедзянов О.Х.  
(ФАМИЛИЯ И.О.)

*С.А. Бобров*  
(ПОДПИСЬ)

Бобров С.А.  
(ФАМИЛИЯ И.О.)

## НЕФТЕКАМСКИЙ ЗАВОД НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

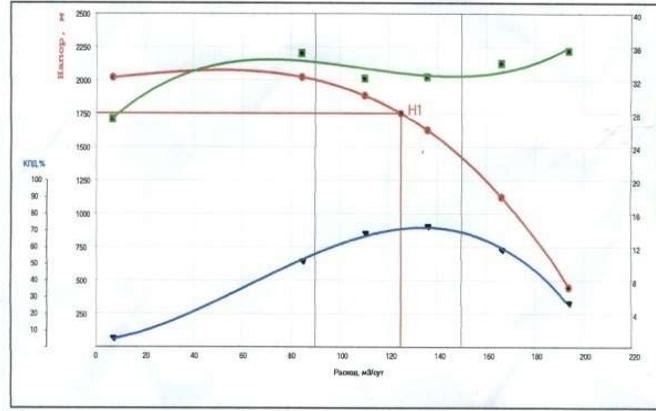
Протокол испытаний насоса узцн-5-125-1750

Цех ПРЦЭПУ №3

Номера секций: 110401654-906126-110401663-  
Изготовитель: БЭНЗ-ЭПУ-3

Дата/Время: 13.09.2011 14:54:08

Per.№ 1047



Кол-во ступеней: 378

Испытания проводились на масле Т-1500, плотностью не более 0,856 г/см<sup>3</sup>  
Напряжение подаваемое на ПЭД установки, В U<sub>a</sub> = 2010 U<sub>b</sub> = 2010 U<sub>c</sub> = 2010  
Измеренный Ток ПЭД (при открытой задвижке), А I<sub>ном</sub> (A)=21,8 I<sub>ном</sub> (B)=21,7 I<sub>ном</sub> (C)=21,6  
Потребляемая мощность ПЭД, кВт P= 59,6 (cosφ= 0,78)  
Температура среды испытания, °С t= 39,5

№ п/п	Параметры при испытаниях, пересчитанные на воду.								
	Давление				Подача, м <sup>3</sup> /сут.	Напор, м	Ток ПЭД, А	Потребл. Мощн., кВт	КПД, %
	МПа	Атм	МПа	Атм					
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			Q	H	I	N	η
1	0,53	5,2	4,89	48,3	194,05	445,77	21,8	38,18	26
2	0,39	3,8	11,37	112,2	166,49	1121,68	21,1	36,54	58
3	0,27	2,7	16,19	159,8	135,82	1626,25	20,4	34,74	72
4	0,18	1,8	18,61	183,7	110,25	1882,71	20,3	34,57	68
5	0,12	1,2	19,91	196,5	84,50	2021,70	21,5	37,85	51
6	0,00	0,0	19,75	194,9	6,65	2018,02	18,2	29,33	5

Напорная характеристика в точке N1 (см. график) при Q= 125 м<sup>3</sup>/сут H= 1751,0м

Исполнитель \_\_\_\_\_  
Контроллер ОТК \_\_\_\_\_

Мастер \_\_\_\_\_

## Испытание Клапанного устройства СКУ проводилось:

- на стендовой скважине в «ЦБПО ПРЭПУ» Башнефть г.Приютово.
- на скважине №7081 куст 259 Приразломного месторождения.
- на скважине №5809 куст 304 Приразломного месторождения
- на скважине №194 Курманаевского месторождения



## ▶ БЛИЖАЙШИЕ ЗАДАЧИ

- Изготовить не менее четырех устройств разной конструкции для проведения ОПИ на скважинах. (около 3 млн. руб.)
- Подготовить необходимую документацию для испытания устройств и провести ОПИ на скважинах. (около 1 млн. руб.)
- Подать не менее трех заявок на предполагаемые изобретения по технологиям с использованием разработанных устройств.
- Начать выполнять заказы по оказанию нефтесервисных услуг по очистке скважин.

## ▶ КОМАНДА ПРОЕКТА



**МЕНЕДЖЕР, НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК,**  
Специалист по экономике и маркетингу  
Александр А. Азеев,  
Канд. техн. наук, доцент ИНиГ СФУ  
Директор центра «Исследования и разработки» ДНИИД СФУ  
Ген. директор ООО «Тяга», ООО «Тяж»  
Более 30 публикаций и 10 патентов. Дипломы и награды.  
Обладатель гранта по программе «СТАРТ»

**НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК**  
Олег Х. Ахмедзянов,  
Старший преподаватель  
Более 60 публикаций, более 10 патентов  
Дипломы международных конкурсов

**НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК**  
Наталия Г. Квеско,  
Докт. техн. наук, старший научный сотрудник  
Зав. каф. «РЭНГМ» ИНиГ СФУ

### **ИНЖЕНЕР**

Александр Е. Азеев  
Гл. инженер ООО «Тяж», 20 опыт ОКР  
комплексных металлоконструкций,  
соавтор базового патента.

### **ИНЖЕНЕР, ПРОГРАММИСТ**

Антон А. Азеев  
Математик, Информационные  
системы (магистратура)

### **ООО «МАШЗАВОД»**

Головное предприятие  
Производственная база

**У команды имеется опыт выполнения НИОКР и  
коммерциализации инновационной продукции.**

**Телефон: +7 (908) 2037983 А.А.Азеев**

**E-mail: 3-a@li.ru**

**Телефон: +7(922) 5480252 О.Х. Ахмедзянов**

**E-mail: ole20020534@yandex.ru**

