



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2017

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ 2017”
ПОСВЯЩЕННОЙ ГОДУ ЭКОЛОГИИ В РФ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

17-21 АПРЕЛЯ 2017 Г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»**

Проспект Свободный - 2017

Материалы научной конференции
посвященной Году экологии в Российской Федерации
17-21 апреля 2017 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2017 г.

Технологические машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
И РЕМОНТА, ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК,
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОБЪЕМНЫХ КОМПРЕССОРОВ**

Бабаев А.Ю., Кижаккин М.В.,

Научный руководитель канд. техн. наук Ясинский В.Б.

Сибирский федеральный университет

Газовая промышленность — самая молодая и быстро развивающаяся отрасль топливной промышленности. Она занимается добычей, транспортировкой, хранением и распределением природного газа. Продвигаясь по трубопроводу газ, теряет энергию, она тратится на преодоление силы трения как между стенкой трубы и газом, так и между слоями самого газа. Чтобы давление в трубопроводе поддерживалось на заданном уровне, на определённом расстоянии друг от друга необходимо наличие компрессорных станций, которые должны поддерживать давление.

Компрессор - машина для сжатия воздуха, газов, паров. Сжатие газа происходит в результате уменьшения объема, в котором заключен газ, при движении рабочего органа. Рабочий орган представляет собой как поршень в поршневых компрессорах, так и винты в ротационного типа компрессоров. В нефтегазовой отрасли применяется достаточно много разновидностей оборудования, в том числе и компрессоры низкого, среднего, высокого и сверх высокого давления. Из-за особенностей условий эксплуатации и уникальности современных крупных компрессоров необходимо предъявлять повышенные требования к организации их технического обслуживания и ремонта, а так же повышению эксплуатационных характеристик, надежности, долговечности.

В данной статье рассматриваются компрессоры объемного типа. Винтовой компрессор применяется на станции низкого давления, поршневой отличается по своим эксплуатационным характеристикам от винтового и применяется на станциях высокого давления.

В связи с развитием винтовых компрессоров актуальность дальнейшего совершенствования теории и методов расчета винтовых машин еще более возросла. Многие характеристики влияют на производительность, экономичность и весо-габаритные размеры, но решающее влияние оказывает профиль зубьев. Рассмотрим основные требования к зацеплению винтов компрессора, из которых вытекают и некоторые требования к профилям зубьев: зацепление винтов должно обеспечивать герметичность между областями нагнетания

и всасывания, т. е. в нормальном к плоскости осей винтов направлении; зацепление винтов должно обеспечивать герметичность между парными полостями, т. е. в осевом (продольном) направлении.

На практике ни то, ни другое требование полностью не выполняется. Однако выполнение первого требования, как более важного, всегда обязательно при проектировании и изготовлении.

Обеспечение герметичности между профильными поверхностями винтов, ввиду сложности их формы и непривычных технологических приемов, применяемых при их изготовлении, вызывает наибольшие затруднения. Для преодоления этих затруднений необходимы глубокие теоретические разработки по отысканию наиболее рациональных профилей для зубьев винтов и совершенствование технологии изготовления винтовых поверхностей.

Поэтому наиболее рациональным является назначение зазоров также в торцовой плоскости с последующим переходом к измерению их в направлении нормалей к поверхностям, а также разработка технологического процесса сборки.

Выбор зазоров для рабочего состояния компрессора может производиться двумя методами с таким расчетом, чтобы: а) сохранить постоянные зазоры между сопряженными участками профилей торцового сечения винтов и б) выдержать переменные, рационально назначенные зазоры между некоторыми из сопряженных участков профилей в сочетании с постоянными зазорами на других участках торцового сечения винтов.

Практика полностью подтвердила, что наиболее рациональным методом назначения зазоров между контурами торцового сечения винтов является второй метод.

Так же на производительность компрессора влияет не только его конструктивные характеристики, а компрессорная установка в целом, то есть тем оборудованием, которым оснащена линия.

Рассмотрим газокompрессорную станцию низкого давления на примере Ванкорского месторождения. Существенным недостатком, влияющим на работу компрессора, является его остановка по причине низкого порогового давления. Это вызвано тем, что поступление попутного нефтяного газа является не постоянным, а пульсирующим и каждый раз на компрессор приходит разное количество газа, что способствует его остановке, если эта порция слишком мала.

Поэтому целесообразно было бы применить электрический контроллер, привязанный к давлению в компрессоре, и впускной клапан, который бы регулировался контроллером и подпитывал бы компрессор.

Это бы способствовало повышению надежности работы и долговечности данного компрессора.

Прогрессивным в развитии поршневых компрессоров явился переход на оппозитное исполнение компрессоров крупной и средней производительности. Оппозитные компрессоры, представляющие собой горизонтальные машины с встречным движением поршней и расположением цилиндров по обе стороны вала, отличаются высокой динамической уравновешенностью, меньшим габаритами и массой.

Рассмотрим на примере поршневого оппозитного компрессора марки Ariel, правильность организации системы технического обслуживания, возникающие причины неисправностей, останова и выхода из строя компрессора. А так же рекомендации по модернизации уплотнения поршня в связи с его уменьшением веса, уплотнительных колец и сальников.

Основные причины останова компрессора:

- Вибрация вентиляторов АВО;
- Вибрация компрессора;
- Повышенная температура цилиндра на входе ступеней сжатия компрессора;
- Повышенная температура цилиндра на выходе ступеней сжатия компрессора;
- Повышенная температура коренного подшипника;
- Повышенная температура масла в картере компрессора;

Со временем износ направляющих уплотнительных колец приводит к утечки масла, что допустимо только в определенных пределах. Масло обычно используют в качестве смазки между поршнем и стенкой цилиндра, чтобы предотвратить чрезмерный износ опорных поверхностей и свести к минимуму возникновение утечки. Однако проблема смазки маслом заключается в том, что смазочное масло может загрязнять сжатый газ. Для создания «без масляного» компрессора требуется тщательный подбор материала уплотнительных колец и их закрепление на поршне.

Предлагаются уплотнительные кольца выполненные из материалов с хорошими смазывающими и износостойкими свойствами, такими как политетрафторэтилен (PTFE), широко известный как тефлон. Фторопласт (тефлон) – хороший антифрикционный материал, с высоким коэффициентом трения скольжения. Такой элемент скольжения выдерживает десятки килограммов на квадратный миллиметр и состоит из металлической основы, на которую нанесено фторопластовое покрытие.

Так же для повышения надежности и увеличения срока службы компрессора предлагается внедрить подшипниковое устройство, которое образует подшипниковую систему из поступающего извне сжатого газа, в которой газовая пленка образуется по

меньшей мере в одном месте, или в нескольких местах между одним или несколькими кольцевыми элементами и цилиндром, причем газовая пленка по меньшей мере частично несет массу узла поршень/поршневой шток.

В эксплуатационных условиях отмеченная проблема в связи с частым износом уплотнительных колец, которая ведет к негерметичности и биению (что допустимо только в определенных пределах), а далее к быстрому износу, негативно сказывается в целом на производительности самого компрессора. В связи с этим целесообразно произвести модернизацию уплотнительных элементов поршневого оппозитного компрессора.

Список использованных источников

1. Пластинин П.И. *Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет.* М.: КолосС, 2006. 456 с.
2. Пластинин П.И. *Поршневые компрессоры. Том 2. Основы проектирования.* М.: КолосС, 2008. 711 с.
3. Сакун И.А. *Винтовые компрессоры.* М.: Машиностроение, 1970. 400 с.

**УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОЙ
ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЯНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
С ПОЛУЧЕНИЕМ ПОЛЕЗНЫХ ПРОДУКТОВ**

Коленчуков О.А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доц. Соловьёв Е.А.

Сибирский федеральный университет

Нефтяная промышленность по уровню отрицательного воздействия отходов на окружающую природную среду занимает одно из первых мест среди ведущих отраслей хозяйственной деятельности. Для нефтяной отрасли характерно образование большого количества замазученных грунтов и нефтешламов. Нефтешламы образуются при ликвидации аварийных ситуаций, строительстве нефтяных скважин, промысловой эксплуатации месторождений, переработке нефти, очистке сточных вод, зачистке технологического оборудования и т.д. [1] (таблица 1).

Таблица 1 – Источники загрязнения окружающей среды [2]

Деятельность	Виды загрязнения	Состояние
Добыча и подготовка	Проливы	Смесь грунта и нефтепродукта с содержанием до 20% масс., содержание механических примесей от 80% масс.
Транспортировка	Морским транспортом	Водонефтяная эмульсия с содержанием воды до 95%, в случае загрязнения побережья - до 80%, грунта до 30%, нефтепродукта до 20%
	Сухопутным транспортом	Смесь грунта и нефтепродукта с содержанием до 20% масс. Содержание мех. примесей от 80% масс.
	Трубопроводным транспортом	
	Разливы	
Переработка	Зачистка резервуаров	Нефтепродукт с содержанием мех. примесей (ржавчины, металлостружки) до 5%, эмульгированной воды до 10%
	Очистные сооружения (пруды - отстойники и нефтешламонакопители)	В зависимости от уровня пруда изменяется состав продуктов: поверхность - до 80% нефтепродукта, до 20% воды, до 5% мех. примесей, высокая концентрация флокулянта; середина - до 90% воды, до 10% мех. примесей, до 10% нефтепродукта; дно - илистое с содержанием нефтепродукта до 1%.
Использование и хранение	Разливы на автозаправках, нефтебазах	Смесь грунта и нефтепродукта с содержанием вод до 20% масс., содержание мех. примесей от 80% масс.
	Зачистка резервуаров	Нефтепродукт с содержанием мех. примесей (ржавчины, металлостружки) до 5%, эмульгированной воды до 10%

Нефтешламы состоят из трех ярко выраженных фракций: водной, нефтяной и твердой. Кроме того, они существенно различаются по своему составу и свойствам в зависимости от качества и состава исходной сырой нефти. Хранение нефтяных отходов производят в специальных прудах - отстойниках. С течением времени накопленные нефтешламы начинают разлагаться на несколько слоев (рисунок 1):

- 1) Нефтемазутный слой - состоит из углеводородов;
- 2) Водный слой - состоит из воды, в его объеме происходит оседание суспензионно - углеводородных агрегатов и всплытие эмульсионных и капельных углеводородов;
- 3) Свежешламный черный слой - преимущественно состоит из «мазутных» углеводородов, которые оседают вместе с твердыми механическими примесями;
- 4) Эмульсионно - шламовый слой - углеводороды находятся в сложном суспензионно - эмульсионном агрегатном состоянии, здесь размеры механических примесей исчисляются преимущественно микрометрами;
- 5) Суспензионно - шламовый слой - содержит механические примеси размером более 10 мкм, углеводороды находятся в основном в адсорбированном состоянии;
- 6) Битуминозно - шламовый слой - состоит практически из спрессованной смеси тяжелых углеводородов и мехпримесей [3].

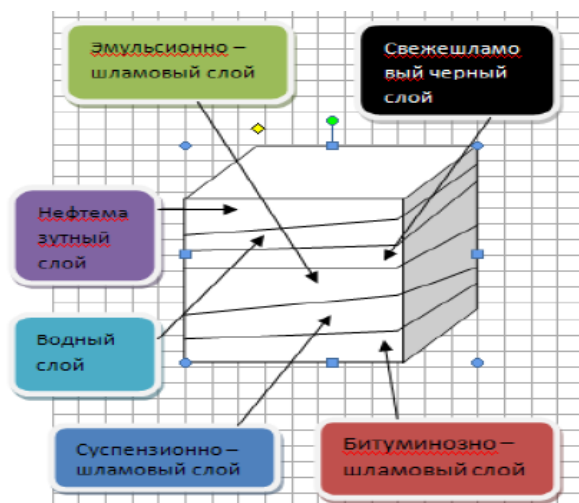


Рис. 1 - Поуровневые слои пруда - отстойника

Существующие в настоящее время методы переработки нефтешламов являются малоэффективными и неэкологичными. В лучшем случае нефтешламы сжигают с использованием различных печей. Главным недостатком такого способа являются углеводороды, входящие в состав нефтяного шлама, которые при сжигании выделяют большое количество продуктов сгорания, большинство из которых токсичны [2].

Одним из самых перспективных направлений борьбы с нефтешламами с точки зрения, как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов является пиролиз. Он дает возможность экономически выгодно, экологически чисто, технически относительно просто перерабатывать нефтяные отходы [4].

Так, например, в работе автора [5] экспериментально доказана эффективность применения пиролизного метода. И показано (рисунок 2), что с возрастанием содержания минеральной фракции в нефтешламе увеличивался выход твердого остатка, снижался выход жидких продуктов и незначительно повышался выход газообразных продуктов, проходя через максимум при содержании 20% (масс.).

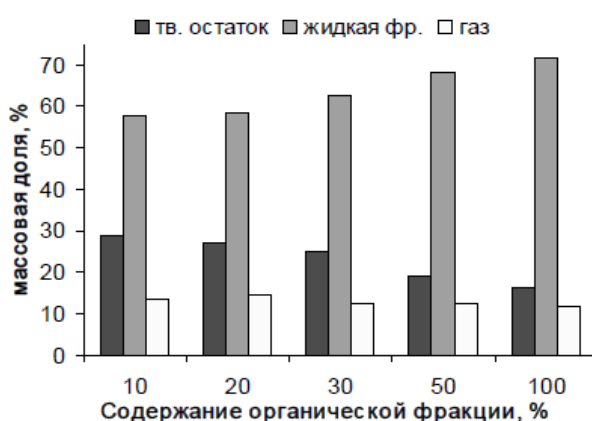
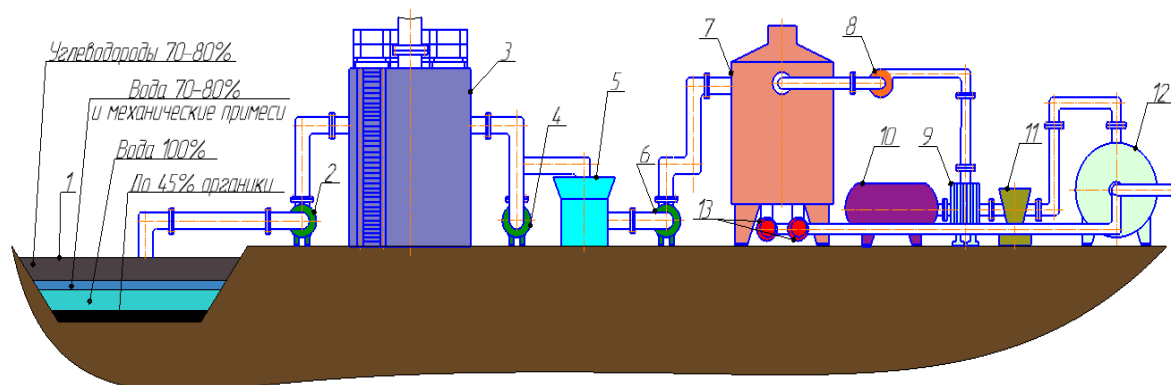


Рис. 2 - Зависимость массовой доли продуктов пиролиза от содержания органической фракции в нефтешламе ($t=500\text{ }^{\circ}\text{C}$)

На кафедре Технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса Института нефти и газа Сибирского федерального университета была разработана технология комплексной переработки нефтяных отходов с получением ценных продуктов. Данная технология может быть реализована на примере установки показанной на рисунок 3.

Установка работает следующим образом. Нефтешлам поступает из шламонакопителя 1 предварительно закачивается в резервуар 3 насосом 2. Из резервуара 3 с помощью насоса 4 смесь поступает в нефтеуловитель 5, где от нефтяной части отделяются вода и механические примеси. Далее отчищенная смесь поступает в реактор пиролиза специальной конструкции 7 с помощью насоса 6, где под действием температуры от факела газовых горелок 13 происходит разложение углеводородов нефти с получением парогазовой смеси. Далее при помощи вентилятора высокого давления 8, прокачивается через холодильник 9, где происходит конденсация жидких продуктов пиролиза, которые в дальнейшем направляются для хранения в резервуар 10, а газ поступает в циклон 11 для очистки. Очищенный газ направляется в газгольдер 12, откуда распределяется для его дальнейшего использования.

Часть очищенного пиролизного газа подаётся на газовые горелки 13, где при его сжигании выделяется тепло, необходимое для работы реактора пиролиза. Таким образом, обеспечивается эффективная переработка нефтешламов с получением ценного продукта – топливного газа [6].



1 - Шламонакопитель; 2,4,6 - Насос; 3 - Резервуар для хранения нефтешлама; 5 - Нефтеуловитель; 7 - Реактор пиролиза; 8 - Вентилятор ВД; 9 - Холодильник; 10 - Резервуар; 11- Циклон; 12 - Газгольдер; 13 - Газовые горелки.

Рис. 3 - Технологическая схема получения ценных продуктов из нефтешлама

Для исследования влияния температуры, времени пребывания сырья в реакторе на выход парогазовых продуктов пиролиза, отработки технологических режимов процесса пиролиза нефтешламов разработана экспериментальная установка, принципиальная схема которой показана на рисунке 4. Центральным узлом установки является реактор секционного типа, обеспечивающий высокую эффективность процесса превращения исходного сырья (жидких углеводородов, входящих в состав нефтешламов) за счёт более равномерного нагрева сырья по всему объёму. Отличительной особенностью реактора является возможность обеспечения непрерывной переработки сырья путём попеременного переключения секций.

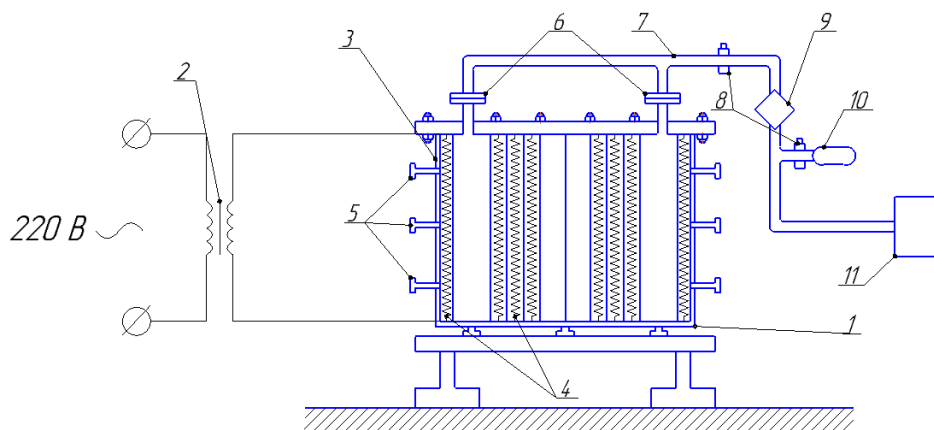


Рис. 4 – Экспериментальная установка

Экспериментальная установка включает в себя: 1 - реактор пиролиза; 2 - терморегулятор; 3 - теплоизолирующий материал; 4 - нагревательные элементы; 5 - термодары; 6 - фланцы; 7 - трасса для транспортировки пирогаза; 8 - запорные клапаны; 9 - расходомер; 10 - пробоотборник; 11 - вытяжка.

Таким образом, актуальной задачей на сегодняшний день является разработка новой высокоэффективной технологии утилизации нефтешламов с получением полезных продуктов. Наиболее перспективно применение процесса пиролиза органических компонентов нефтешлама с выделением парогазовых углеводородных продуктов. Такая технология обеспечит:

- более экологичную переработку (по сравнению с сжиганием), с минимальными вредными выбросами в атмосферу;

- получение ценных продуктов, которые можно в дальнейшем использовать в качестве сырья для нефтехимических синтезов или экологичного и высококалорийного топлива.

При этом необходимо выполнить детальные исследования процесса пиролиза нефтешламов с целью оптимизации конструкции реактора и определения оптимальных режимных параметров, обеспечивающих максимальную эффективность, надёжность, безопасность и защиту окружающей среды.

Список использованных источников

1. Ермаков В.В., Сухоносова А.Н., Быков Д.Е., Пирожков Д.А. Определение класса опасности нефтешламов // Экология и промышленность России. – 2008. – С. 14 – 16.

2. Ахметов А.Ф., Гайсина А.Р., Мустафин И.А. Методы утилизации нефтешламов различного происхождения // Нефтегазовое дело. – 2011. – Том 9. № 3. – С. 108 – 111.

3. Эйвазова А.Г. Нефтяной шлам и возможные области его использования // XVIII Международная научно - практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ». - 2012. - Том 3. - С. 147 - 148.

4. Шантарин В.Д. Безальтернативный метод утилизации углеродосодержащих отходов // Научное обозрение. Технические науки. - 2016. - №2. - С. 71 - 74.

5. Чалов К.В. Каталитический пиролиз нефтешламов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.17.04)/Чалов Кирилл Вячеславович; Тверский государственный технический университет. - М. 2013, - 18 с.

6. Коленчуков, О.А. Пиролизная установка для переработки отходов нефтепродуктов / О.А. Коленчуков, Е.А. Соловьёв // Современные тенденции развития науки и производства. - 2016. - С 343 - 346.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕРМОКЕЙСОВ

Кусакин А.А.

Научный руководитель канд. техн. наук Данилов А.К.

Сибирский федеральный университет

Термоизолирующие направления применяется для теплоизоляции нефтегазовых скважин в условиях вечной мерзлоты. Основное назначение конструкции заключается в предотвращении растепления вечномерзлых грунтов и обеспечении устойчивого положения устья скважин в процессе эксплуатации.

При использовании термокейсов возникает необходимость в бурении скважин большого диаметра, но на данный момент не существует универсального бурового инструмента большого диаметра позволяющего производить бурение глубиной до 100 метров, включающее различные категории грунтов и пород

Существующие типы инструмента не отвечают задачам комплексного бурения различной категории прочности. Наиболее широко применяется шарошечный инструмент с расширителями, но его работоспособность с увеличением диаметра ограничена, а уменьшение прочности породы или встреча с грунтом приводит к интенсивному износу режущей части. Так же существует проблема эвакуации шлама из скважины большого диаметра, которая достигается увеличением плотностью промывочной жидкости. При этом увеличение плотности приводит к ухудшению качества прочистки призабойного пространства.

Целью работы является создание универсального бурового инструмента позволяющего эффективно разрабатывать грунты и породы различных категорий с применением технологии удаления шлама при помощи промывочной жидкости.

На данный момент разработана конструкция инструмента обеспечивающая конусное формирование забоя с последовательным фрезерованием (по аналогии со спиральными бурами горных машин), которая представлена на рисунке 1.

Транспортировка шлама происходит по специальным каналам уменьшенного сечения, под действием струи промывочной жидкости создается турбулентность потока в зоне завихрения. Схема предполагаемого движения жидкости представлена на рисунке 2.

Так же предполагается использование твердосплавных поворотных резцов и разработана конструкция их крепления с использованием гелкоута. Преимуществом данной

конструкции является возможность оперативная замена твёрдосплавных вставок. Работу можно проводить в условиях эксплуатации. Конструкция крепления резца показана на рисунке 3.



Рис. 1 – Общий вид бурового инструмента

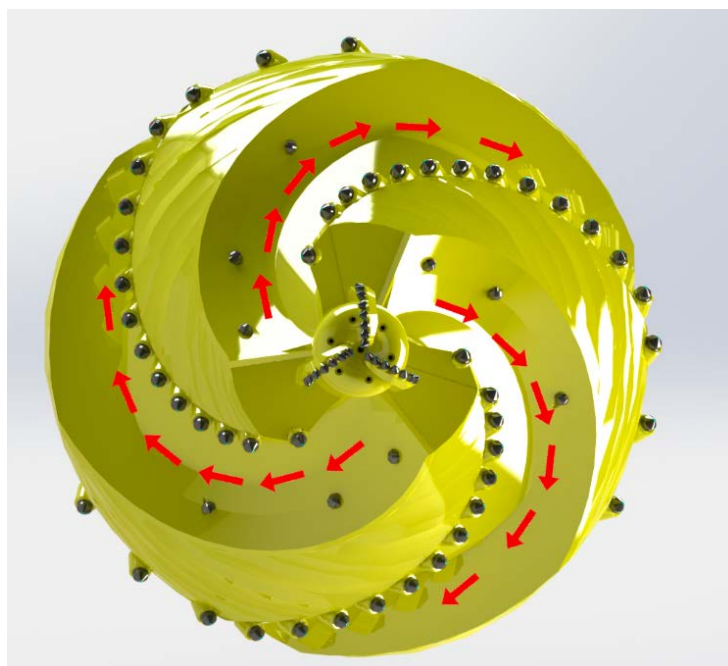


Рис. 2 – Схема предполагаемого движения жидкости

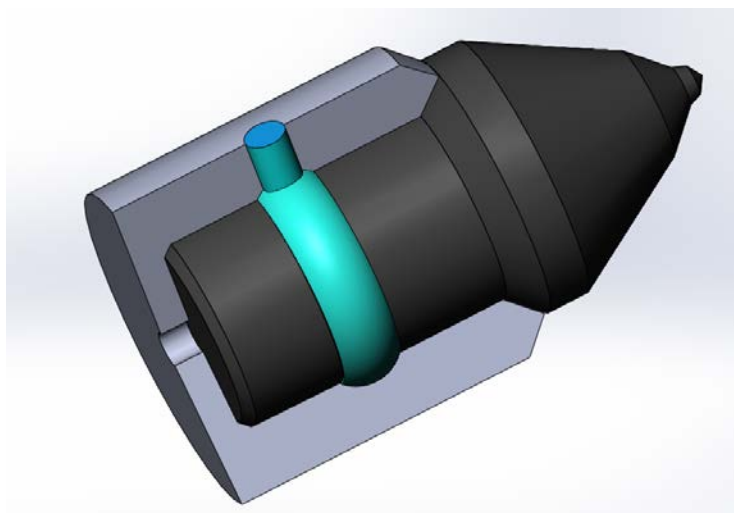


Рис. 3 – Крепление резца

Данная конструкция позволяет увеличить рабочий ресурс инструмента, а так же создает условия универсальности при разработке различных структур грунтов и пород. Применение специальной конструкции крепления резцов дает возможность производить ремонт инструмента. Все выше перечисленные предложения позволяют увеличить технические характеристики инструмента, а так же снизить экономические затраты.

Список использованных источников

1. Абубакиров, В.Ф. Буровое оборудование: Справочник: В 2-х т. / В. Ф. Абубакиров [и др.] - М.: Недра, 2000. - 494 с.: ил.
2. Анурьев, В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. / Под ред. И.Н. Жестковой.-М.: Машиностроение, 2001.-920 с.
3. . Данилов, А. К., Привалихин, Р. С., Соловьев, Е. А., Бухтояров, В. В., Петровский, Э. А., Проектирование лопастного бурового инструмента лёгкой серии с использованием метода твердотельного моделирования / А. К. Данилов, Р. С. Привалихин, Е.А. Соловьев, В. В. Бухтояров, Э. А. Петровский // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2015. - №2. – С. 294-298
4. Блинов Г. А.,Буркин О. А., Володин О. А.Техника и технология высокоскоростного бурения / Г. А. Блинов, О. А. Буркин, О. А. Володин. – М.: Недра, 1982. – 408 с.