



**Рис.2. Гидродинамический кавитационный вибратор**

одновременным контролем процесса восстановления фильтрационных свойств призабойной зоны; очистку скважины от продуктов разрушения пробок, насосов и кальманта специальным погружным насосом с определением дебита скважины; пуско-наладку штатного погружного насоса; проведение наблюдений и разработка рекомендаций по эксплуатации скважины (режимам работы насоса).

Гидродинамическая компрессионно-депресссионная виброволновая обработка призабойной зоны с применением вибратора гидродинамического кавитационного (ВГК) является высоко эффективным методом и имеет преимущества перед другими, в том числе импульсными (ультразвуковым, пневмоимпульсным, электрогидравлическим, электроакустическим, взрывным или торпедированием и др.) способами.

Эффективность метода с применением вибратора ВГК широко опробована при декольматации фильтров и продуктивных пластов, представленных песками различной зернистости (обсаженных сетчатыми, керамическими и др. фильтрами), известняками различной степени трещиноватости и вязкости, с прослойками глин и мергелей, в открытых стволах и с обсадкой трубами с перфорационными каналами. Чаще всего дебит не только восстанавливается, но в большинстве случаев превышает достигнутый при освоении скважин.

Эффективность этого метода очистки скважины определяется повышением притока полезного компонента до уровня близкого к установленному при освоении скважины; продолжительностью сохранения достигнутого эффекта, которая по гидрогеологическим скважинам составляет не менее 5-7 лет; исключением негативного воздействия на фильтр и обсадную колонну в связи с кратковременностью импульса давления несмотря на его высокую амплитуду, а также низкими затратами (в 10 и более раз уступающими затратам по сооружению новых скважин), исключением негативного воздействия на фильтр и обсадную колонну в связи с кратковременностью импульса давления несмотря на его высокую амплитуду, а также низкими затратами (в 10 и более раз уступающими затратам по сооружению новых скважин).

#### Литература

1. Повышение продуктивности и реанимации скважин с применением виброволнового воздействия/В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шарифуллин, И.А. Туфанов. М.:Недра,2000. 81 с.
2. <http://www.stogroup.ru>
3. <http://www.kronagroup.ru>

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧЕ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

**С.В. Шац, В.В. Павлов, И.Б. Бондарчук**

Научный руководитель профессор С.Я. Рябчиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Эффективность гидродинамического разрушения горных пород при скважинной гидродобыче (СГД) железных руд Бакчарского рудопоявления существенно повышается при комплексном воздействии на продуктивный пласт в рабочей камере (гидромониторное, депрессионное и гидроимпульсное воздействия) [1, 2]. Используемые при этом скважинные гидродобычные снаряды представляют собой конструктивно совмещенный гидромонитор и пульпоподъемное устройство (эрлифт).

Указанные ограничения и недостатки значительно снижают эффективность работы по СГД железной руды.

Исходя из указанных ограничений и недостатков на кафедре «Бурение скважин» Томского политехнического университета проведены работы по усовершенствованию технологии разрушения горных пород за счет создания гидродинамических колебаний в скважине. Для этой цели разработаны скважинные гидродобычные снаряды [3, 4] на базе гидротурбинного расширителя конструкции ПСО Востокбурвод и

Технологическая последовательность операций включает: подъем водоподъемной колонны и проверку состояния её соединений; телеинспекцию (до и после обработки и очистки скважины) и при необходимости геофизические исследования; замер статического уровня и глубины скважины; обработку скважины, включая приемок, фильтр и прифильтровую зону продуктивного горизонта, с применением вибратора ВГК с

специальных устройств – кавитаторов [5]. При этом гидротурбинный расширитель (рис. 1) обеспечит вихревое воздействие струи жидкости на размываемую породу за счет вращения гидромониторных насадок вследствие реактивной силы струи жидкости без вращения колонны труб. Кавитаторы (рис. 2) выполнены на базе трубки Вентури, в проточной части которой имеются дополнительные элементы (кавитационные камеры различной конфигурации). Данные устройства обеспечат импульсное воздействие струи жидкости на размываемую породу, что повысит эффективность ее разрушения.



Рис.1. Гидротурбинный расширитель ПСО Востокбурвед

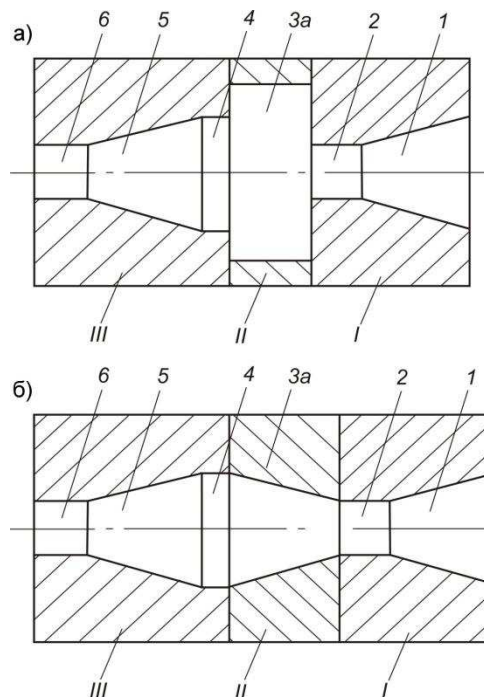


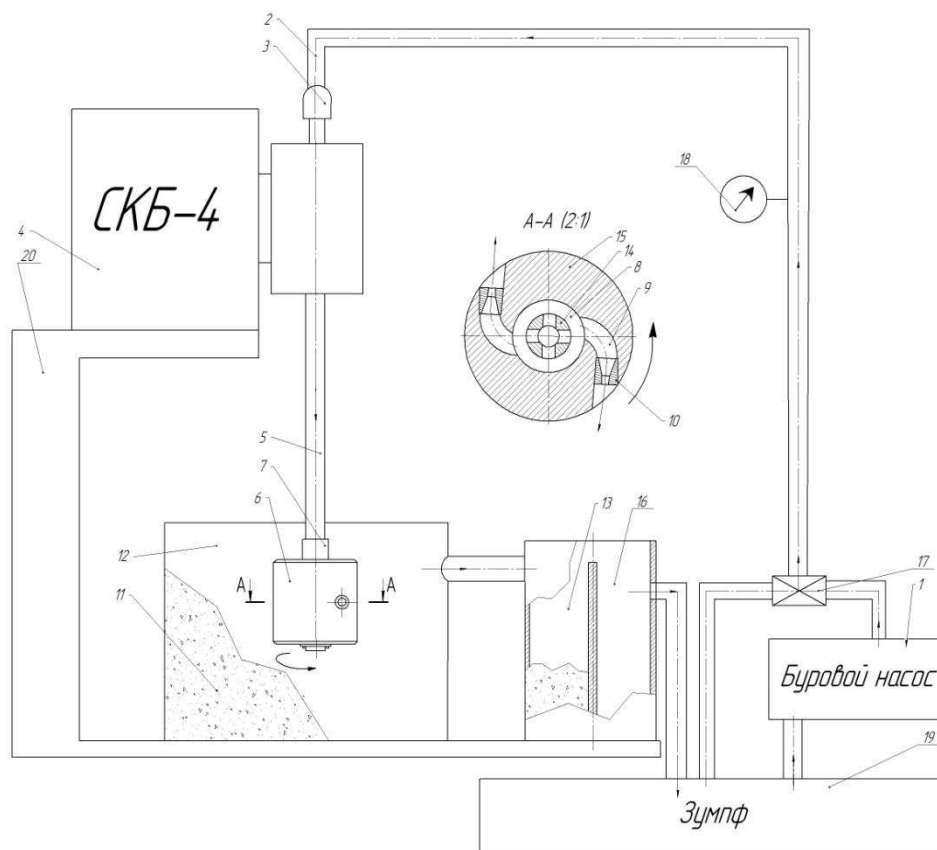
Рис.2. Схемы кавитаторов: I, II, III – сопла; 1 – входной конфузор; 2 – входной цилиндрический канал; 3а – цилиндрическая кавитационная камера; 3б – диффузорная кавитационная камера; 4 – промежуточный цилиндрический канал; 5 – выходной конфузор; 6 – выходной цилиндрический канал

Применяемая технология гидродинамического разрушения горных пород при СГД железной руды имеет ряд ограничений и недостатков:

формирование гидроимпульсов эрлифтом требует прерывистую подачу сжатого воздуха, что может привести к перекрытию пульпой (забивке) смесителя и колонны воздухоподающих труб;

конструкция снаряда не позволяет обеспечить постоянное вращение гидромонитора, что необходимо для эффективного размыва руды и выноса пульпы. Это объясняется следующими факторами. Во-первых, обеспечить вращение снаряда с поверхности технически сложно и трудоемко. Во-вторых, повышается вероятность отвинчивания низа обсадной (пульпоподъемной) колонны труб.

Для проведения исследований влияния гидродинамических колебаний в жидкости на разрушение горных пород с использованием гидротурбинного расширителя и специальных кавитаторов нами разработана конструкция экспериментального стенда, принципиальная схема которого показана на рис. 3. Принцип работы экспериментального стенда заключается в следующем. Рабочая жидкость (техническая вода) под давлением от бурового насоса 1 подается по гибкому шлангу 2, через сальник-вертлюг 3, ведущую трубу 5 и переводник 7 на гидротурбинный расширитель 6. Далее, через радиальные отверстия полого вала 14, кольцевую полость 8 и подводные каналы 9 рабочая жидкость поступает на боковые гидромониторные насадки (кавитаторы) 10. За счет того, что насадки 10 расположены тангенциально, при истечении из них гидромониторной струи, возникают реактивные силы, приводящие к вращению корпуса 15. При этом происходит боковой размыв рыхлой породы 11, которой заполнена рабочая емкость 12. Пульпа, образующаяся при размыве, по соединительному шлангу попадает в мерную емкость 13, в которой происходит отделение твердой фракции и далее из емкости 16 очищенная вода поступает обратно в зумпф 19. Регулирование расхода рабочей жидкости осуществляется при помощи трехходового крана 17 и расходомера 20.



**Рис. 3. Принципиальная схема экспериментального стенда для проведения исследований влияния гидродинамических колебаний в жидкости на разрушение горных пород: 1 – буровой насос; 2 – гибкий шланг; 3 – сальник-вертлюг; 4 – буровой станок; 5 – ведущая труба 6 – струйный монитор; 7 – переводник; 8 – кольцевая полость; 9 – подводящие каналы; 10 – гидромониторные насадки (кавитаторы); 11 – рыхлая горная порода; 12 – рабочая емкость; 13 – мерная емкость; 14 – полый вал; 15 – корпус; 16 – емкость; 17 – трехходовой кран; 18 – манометр; 19 – зумпф; 20 – опора**

Целевое назначение разработанного стенда заключается в следующем:

количественная и качественная оценки эффективности размыва рыхлой породы импульсными и вихревыми струями жидкости и их сравнение с результатами обычных гидромониторных струй; исследование влияния технологических параметров гидротурбинного расширителя и геометрических характеристик разработанных кавитаторов на эффективность их воздействия на горную породу.

Результаты исследований будут использованы при разработке рекомендаций по созданию технических средств и технологии скважинной гидродобычи с использованием гидродинамических колебаний в жидкости для повышения эффективности гидродинамического разрушения горных пород.

#### Литература

1. Бондарчук И.Б. Классификация способов, технологических и технических решений для реализации гидродинамического разрушения горных пород при скважинной гидродобыче полезных ископаемых // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых. – Томск, 2011. – Т.2. – С. 259 – 261.
2. Лунев В.И., Усенко А.И., Бондарчук И.Б., Скрипко О.К., Иванюк И.М. Состав продуктов скважинной гидродобычи бакчарской железной руды // Проблемы научно-технического прогресса в бурении скважин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 66 – 76.
3. Пат. 84917 Россия МКИ E21 C45/00. Гидромониторное устройство для образования полостей в подземных формациях через скважины. Бондарчук И. Б., Рябчиков С.Я., Зыков В.М., Лунев В.И. и др. Заявлено 20.03.2009; Опубл. 20.07.2009, Бюл.№ 20 – 2 с.
4. Пат. 85196 Россия МПК E21 C45/00. Снаряд для скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых. Бондарчук И. Б., Шац С. В., Павлов В.В., Зыков В.М., Рябчиков С.Я., Лунев В.И. и др. Заявлено 20.03.2009 г., Опубл. 27.07.2009, Бюл.№ 21 – 2 с.
5. Патент 77351 РФ, МПК E21C 45/02. Гидрокавитационное устройство пульсирующе-кавитационного действия. Бондарчук И. Б., Котов А. В., Рябчиков С. Я. и др. Заявлено 12.05.2008 г., Опубл. 20.10.2008, Бюл. № 29 – 2 с.