

Возможные области использования технологии анодного электрохимического растворения металла в нефтегазовой промышленности

Д.В.Пономаренко, С.Р.Журавлев, А.В.Емельянов, А.Г.Козырев

В процессе строительства, эксплуатации и ликвидации обсаженных скважин для забуривания боковых стволов, ремонтного цементирования, герметизации межколонного и заколонного пространств, изоляции источников МКД, МПП, водопритоков и флюидонасыщенных пластов, общепринятыми приемами, входящими в технологию работ, являются перфорация и создание технологического окна в обсадных колоннах с полным их разрушением в заданном интервале.

В системе ОАО «Газпром» имеется не одна сотня скважин, подлежащих ликвидации и тех, которые можно вернуть в эксплуатацию путем изоляции сторонних вод и зарезкой боковых стволов, в том числе более десятка таких скважин имеется и на высокосернистом Астраханском ГКМ. Для зарезки боковых стволов, надежной изоляции сторонних вод, источников МКД, МПП, восстановления естественной разобшенности горных пород и ликвидации скважин необходимы эффективные и надежные технологии управляемой щадящей перфорации обсадных колонн и создания в них технологических окон высотой до 10-15м и более.

Актуальность проблемы обусловлена отсутствием надежных технико-технологических решений по скважинной компоновке вырезающих механических устройств управляемой щадящей перфорации колонн и создания в них технологического окна, в том числе в скважинах, оборудованных трубами из высокопрочных легированных сталей (например, группы прочности С90, С95, Т95, N-80 и др.), частично деформированных и несоосно расположенных. Это требует разработки управляемой технологии щадящей поколонной перфорации, надежных скважинных компоновок вырезающих устройств и альтернативных механическому способам создания технологических окон в обсадных колоннах, обеспечивающих повышение надежности, управляемости и расширение области их применения.

Одним из альтернативных механическому способу на наш взгляд может являться электрохимический метод анодного растворения, как обладающий наибольшей гибкостью технического воплощения, основанный на явлении растворения анода при пропускании электрического тока через электрохимическую ячейку (ЭХЯ) и подчиняющийся закону Фарадея. В данном методе возможно адресное (локальное) растворение определенных участков труб, либо участков любой конфигурации без нарушения целостности всей

конструкции скважины, независимо от эллипсности, асимметричности, количества обсадных колонн и марки их стали.

Электрохимическое воздействие на металлы и сплавы в растворах электролитов, проводимое в России и за рубежом, на протяжении достаточного длительного времени позволило накопить экспериментальные и теоретические знания о процессе обработки и сопровождающих его явлениях, позволяющих расширить и улучшить технологические возможности метода анодного растворения металлов. Известно, что электрохимический эквивалент железа, равен 1,042 г/(А·ч), следовательно, если через ЭХЯ пропускать ток 1000А, то за один час будет разрушено 1,042 кг железа, при условии, что выход металла по току равен 100%. Характерной чертой выбранного способа является разложение водной основы электролита, окисление металла на аноде ($\text{Fe}(\text{OH})_2$ – гидроксид железа) и образование молекулярного водорода (H_2) на катоде. При указанных выше условиях будет разлагаться 298 г воды, и выделится 417,9 л водорода.

Одним из наиболее перспективных направлений в развитии данной области является использование импульсных токов, позволяющее приблизить процесс анодного растворения к «идеальному», что заложено в основу устройств анодного электрохимического растворения металла (УАЭРМ), разрабатываемых в ЗАО "Октопус" с 2006г.

Учитывая отечественный и зарубежный опыт и на основании собственных лабораторных и стендовых экспериментов, проводимых в 2006-2010 годах, в ЗАО «Октопус» разработаны способ (патент RU № 2370625 С1) и устройство (патент RU №77633 U1) разрушения металлического участка трубы в скважине путём создания электрохимической ячейки, анодом которой является металлическая труба, при этом к участку разрушаемой трубы подают электролит, преимущественно водный раствор хлоридных солей щелочных и/или щелочноземельных металлов, проводят окислительно-восстановительные реакции на электродах электрохимической ячейки до полного разрушения участка трубы, причем конфигурация и длина удаляемого участка определяется конфигурацией длинной катода (рис 1).

В декабре 2008 года сотрудниками ЗАО «Октопус» впервые были проведены успешные стендовые испытания 3 кВт электронного модуля-преобразователя по растворению 25 см участка 7" обсадной трубы из легированной стали марки NT90HSS с толщиной стенки 12,65 мм при отрицательной температуре циркулирующего электролита (рапы) изменяющейся от +3°C до -6°C.

В октябре 2010 года, так же успешно, на территории Астраханского газоконденсатного месторождения проведены промысловые стендовые испытания нового

электронного 5 кВт модуля для растворения участка двух (7" и 9") обсадных труб. За время испытаний в 7" колонне образовалось окно с полным разрушением тела трубы длиной 310 мм, в 9" колонне – 230 мм, в 12" колонне образовались раковины глубиной до 5 мм. При этом количество растворенной легированной стали для 7" колонны составило 15,2 кг, для 9" колонны – 15,6 кг.

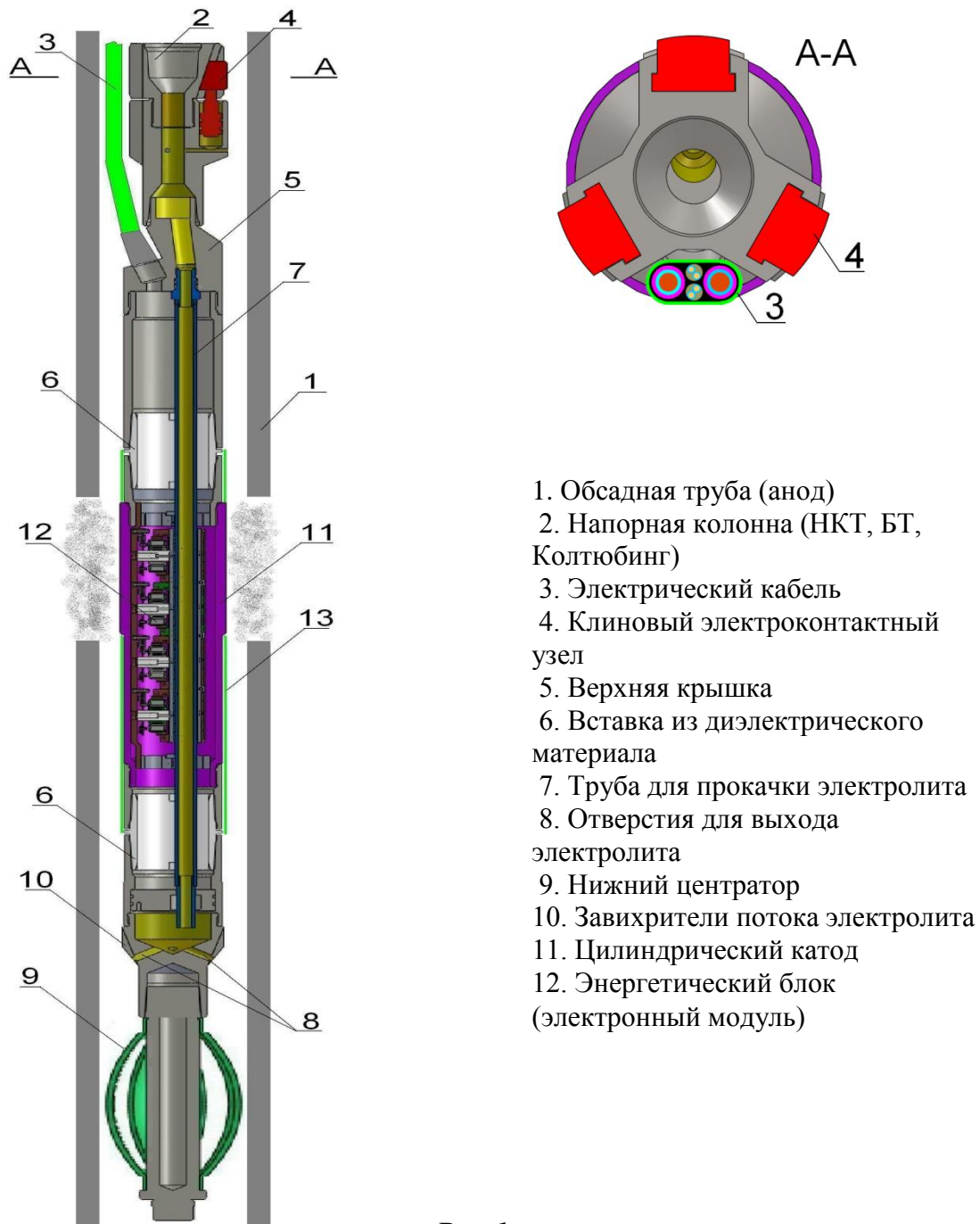


Рис 1

Проведенные лабораторные исследования и стендовые испытания показали правильность выбора способа разрушения участка обсадных колонн и работоспособность

разработанных в ЗАО "Октопус" устройств анодного электрохимического растворения металла (УАРМ).

К недостаткам данного способа можно отнести:

- увеличение времени на спускоподъемные операции напорной колонны с устройством, связанные с креплением электрического кабеля к колонне напорных труб;
- невозможность прямой канализации тока большой величины 5-10 кА при использовании существующих систем доставки энергии в интервал работ.

Преимущества при этом складываются из следующего:

- возможность использования в металлических трубах различных групп прочности и химического состава до глубины 4000 – 5000 м и более;
- возможность использования в имеющих эллипсность, частичное смятие и несоосно расположенных 2-3х обсадных колоннах;
- в качестве электролита используются общедоступные, преимущественно водные растворы хлоридных солей;
- возможность использования в качестве электролита недорогих природных рассолов, в том числе пластовых воды и рапы.

Возможные на наш взгляд области использования «Технологии электрохимического анодного растворения металла и устройств для ее реализации», разрабатываемых ЗАО «Октопус» в нефтегазовой промышленности приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Область использования	Использование
1.	Строительство скважин	<ul style="list-style-type: none"> - создание технологических окон в обсадных колоннах для забуривания боковых стволов; - разрушение металла на забое; - точечная, щелевая или фигурная перфорация обсадных колонн для аварийного цементирования; - перфорация бурильных труб для создания циркуляции; - резка прихваченного инструмента и бурильных труб; - щадящая щелевая перфорация эксплуатационной колонны при вторичном вскрытии продуктивного пласта.
2.	Эксплуатация скважин	<ul style="list-style-type: none"> - герметизация эксплуатационной колонны (микрозазоры и микротрещины); - герметизация заколонного пространства, ликвидация МПП; - предупреждение или устранение солеотложений на забое и в лифтовых трубах; - газонасыщение технической жидкости при (ППД) поддержании пластового давления; - комплексное электро-физико-химическое импульсное воздействие на пласт, увеличение дебита.
3.	КРС	<ul style="list-style-type: none"> - создание ТО для забуривания боковых стволов; - растворение хвостовиков;

		<ul style="list-style-type: none"> - разрушение несъемных пакеров; - резка и разрушение прихваченных лифтовых труб; - герметизация эксплуатационной колонны; - герметизация межколонного пространства; - герметизация заколонного пространства, ликвидация МПП; - создание технологических окон для изоляции пластовых вод и отработанных пластов; - щелевая перфорация эксплуатационной колонны в интервалах ранее не вскрытых продуктивных пропластков.
4.	Ликвидация скважин	<ul style="list-style-type: none"> - создание технологических окон в обсадных 1-3х колоннах для изоляции продуктивных пластов и эксплуатационных объектов особенно с H₂S, CO₂ и АВПД; - устранение межколонного давления (МКД) путем герметизации межколонных пространств; - устранение межпластовых перетоков (МПП) путем герметизации заколонного пространства, устранение МПП.
5.	На шельфовых месторождениях	Помимо всего, дополнительно: резка металла и демонтаж морского оборудования под водой; резка затонувшего оборудования и кораблей.

Литература:

1. Левин А.И. Теоретические основы электрохимии. Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, 1963г.;
2. Справочник по электрохимии / Под ред. А.М.Сухотина. – Л.: Химия, 1981.– 488 с.,ил.;
3. «Технология и устройство разрушения участка металлической трубы в скважине», Презентация ЗАО «Октопус», г.Астрахань, 2009г.;
4. Отчет о проведении стендовых испытаний по разрушению участков 7 и 9 легированных обсадных колонн марки HS-95 способом анодного электрохимического растворения металла на территории Астраханского газоконденсатного месторождения, ЗАО «Октопус», г.Волжский, 2010г.;
5. Отчет «Проблемы создания технологических окон в обсадных колоннах скважин Астраханского ГКМ при их ликвидации», ЗАО «Октопус», г.Волжский, 2010г.;
6. Патент РФ № 2370625, E21B 29/02. Способ разрушения участка металлической трубы в скважине (варианты) / Пономаренко Д.В., Поляков С.В., Остроухов С.Б., Фомичев В.Т., Журавлев С.Р. – Бюл. №29 – 2009г.;
7. Патент РФ № 77633, E21B 29/02. Устройство электрохимического разрушения участка трубы в скважине / Журавлев С.Р., Пономаренко Д.В., Поляков С.В., Фомичев В.Т., Остроухов С.Б., Канев Ф.А., Козырев А.Г.– Бюл. №30 – 2008г.