

## Секция 1

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ В БУРЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН**

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ**

**И.Б. Бондарчук**

Научный руководитель профессор С.Я. Рябчиков  
*Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет, г. Томск, Россия*

Весь комплекс работ при реализации скважинной гидродобычи (СГД) можно разделить на четыре технологических процесса: бурение (сооружение) скважин, отработка продуктивных пластов (выемка горных пород), переработка продуктов добычи, подготовительно-заключительные работы (производство рабочих агентов, прокладка коммуникаций, монтажно-демонтажные работы, рекультивация и др.).

Одним из наиболее трудоемких технологических процессов СГД является отработка продуктивных пластов, основным назначением, которого является отделение горных пород от массива и их доставка в виде гидросмеси (пульпы) на поверхность. С целью углубленного и систематизированного представления о данном процессе нами была разработана классификация технологических операций СГД при отработке продуктивных пластов (см. рис.). При этом выделены 3 группы технологических операций: основные, вспомогательные и операции управления скважинными гидродобычными снарядами.

**Основные технологические операции** – операции, выполняемые в течение всего процесса выемки горных пород. К ним относятся: разрушение горных пород (отделение горных пород от массива), всасывание и подъем гидросмеси на поверхность, доставка гидросмеси к пульпоподъемному устройству.



**Рис. Классификация технологических операций СГД по отработке продуктивных пластов**

**Разрушение горных пород** в процессе СГД может осуществляться следующими способами: гидродинамический (гидромониторный, гидроударный и депрессионный), механический и их комбинации [10].

**Всасывание и подъем гидросмеси на поверхность** в процессе СГД может осуществляться следующими способами: разряжением, вытеснением, механическим и их комбинацией. При этом разряжение в очистной камере можно создавать эрлифтами, гидроэлеваторами (эжекторными насосами) и вихревыми устройствами [10].

**Доставка гидросмеси к пульпоподъемному устройству** в процессе СГД может осуществляться принудительно и самотеком. При этом к способам принудительной доставки относятся:

- разряжение, которое создаётся эрлифтом, гидроэлеватором и вихревым способом;

- вытеснение, которое создается противодавлением в выемочной камере рабочим агентом;
- гидромониторный, осуществляющийся за счет использования высоконапорных струй жидкости, истекающих из специальных гидромониторов [1].

Самотечный способ доставки гидросмеси реализуется за счет формирования днища обрабатываемой камеры конусной формы. При этом конусная форма камеры может формироваться за счет угла естественного откоса, либо за счет применения гидромониторов со специально расположенными гидромониторными насадками [2].

**Вспомогательные технологические операции** – операции, выполняемые по мере необходимости в процессе выемки горных пород. К ним относятся: расчистка приемных отверстий пульпоподъемного устройства, бурение пилотного ствола и обеспечение устойчивости кровли добычных камер.

**Расчистка приемных отверстий пульпоподъемного устройства.** Неравномерность разрушения горных пород, наличие в пласте неоднородностей, обрушение кровли, недостаточное разубоживание гидросмеси в процессе СГД приводят к частой закупорке (забивке) приемных отверстий (всаса) пульпоподъемного устройства. При этом могут использоваться следующие способы расчистки приемных отверстий пульпоподъемного устройства:

- гидродинамический, который в свою очередь разделяется на:
  - гидромониторный, осуществляющийся с помощью специальных расштыбовочных насадок, которые формируют гидромониторные струи, направленные в сторону всаса [3];
  - гидроимпульсный, реализующийся с помощью формирования гидравлических возмущений (ударных волн) в призабойной зоне

скважины эрлифтами, гидроэлеваторами, пневмоизлучателями, взрывами, гидродинамическими генераторами, акустическими излучателями, а также путем расхаживания и вращения скважинного гидродобычного снаряда.

- механический, который осуществляется с помощью обечаек, лопастей, заостренных штырей или других разрушающих элементов, входящих в состав скважинных гидродобычных снарядов [4];
- пневматический, реализующийся с помощью подачи в зону всаса сжатого воздуха через специальные пневматические забойные устройства (газовые аккумулирующие капсулы высоко давления) [5]
- комбинированный.

**Бурение пилотного ствола** в процессе СГД можно реализовывать скважинным гидродобычным снарядом без замены буровой компоновки на гидродобычный снаряд, что позволит повысить производительность работ за счет мобильности перехода от одного процесса к другому. Данную технологическую операцию можно реализовывать по трем технологическим схемам:

- бурение пилотного ствола в процессе добычи [4, 6, 7];
- бурение пилотного ствола и последующая добыча [11, 12];
- бурение пилотного ствола с одновременной обсадкой и последующая добыча [11, 12].

**Обеспечение устойчивости кровли добычных камер.** В процессе отработки продуктивных пластов методом СГД образуются очистные камеры. При этом, если кровля сложена относительно неустойчивыми породами, то может происходить ее обрушение. Обеспечить устойчивость кровли добычных камер можно с помощью следующих способов:

- создание искусственной кровли (горной крепи) [9, 13];

- применение специальных систем разработки продуктивного пласта, к которым можно отнести: оставление целиков [8]; последовательную отработку секторов по заходкам [14], закладку выработанного пространства [14], создание противодавления в камере рабочими агентами (вода, сжатый воздух) [4, 15]; формирование камеры диаметром, не превышающим свод естественного обрушения [9];
- комбинированный.

**Технологические операции по управлению скважинными гидродобычными снарядами** – операции, по манипулированию снарядами в процессе выемки горных пород. К ним относятся: регулирование режимов работы, спуско-подъемные операции и вращение.

**Регулирование режимов работы** скважинных гидродобычных снарядов может обеспечивать их работу в трёх режимах: совмещенная работа гидромониторного и пульпоподъемного устройств, автономная работа гидромониторного устройства, автономная работа пульпоподъемного устройства. Для выполнения данной регулировки можно использовать следующие технические решения: клапана, закрывающие и открывающие каналы для подачи рабочих агентов [11]; отдельные каналы для подачи рабочих агентов на гидромониторное и пульпоподъемное устройства [12], включение и выключение подачи рабочих агентов [7].

**Вращение и спуско-подъемные операции.** В процессе СГД полезных ископаемых при использовании совмещенных гидродобычных снарядов может возникать сложность по выполнению операций их вращения и спуско-подъема. Это объясняется наличием у снарядов специальных двойных колонн труб, что требует нестандартной устьевой обвязки, и невозможностью использования вращателей

буровых установок. Кроме того в связи с наличием малого зазора между снарядом и обсадными трубами, при вращении снарядов с поверхности, повышается вероятность их заклинивания и отвинчивания низа обсадной колонны. Указанные проблемы можно решить за счет:

- снижения количества трубопроводов в конструкции гидродобычных снарядов [11, 16];
- использования забойных гидравлических двигателей, выполненных на базе турбобура или винтового двигателя [6], а также – на базе сегнерова колеса [16].

Приведенная классификация систематизирует и обобщает информацию о технологических операциях при отработке продуктивных пластов в процессе СГД, что значительно упростит методику их выбора и усовершенствования для повышения производительности добычи полезных ископаемых.

#### Литература

1. Авторское свидетельство № 374453 СССР МПК E21C45/00. Скважинная гидромониторная установка. Аренс В.Ж., Зубакин Ю.С. и др. Заявлено 22.12.1969; опубл. 20.03.1973, Бюл. № 15. – 4 с.
2. Авторское свидетельство № 1317131 СССР МПК E21C45/00. Скважинный гидромониторный агрегат. Черней Э.И., Петрищев В.В. и др. Заявлено 12.12.1985; опубл. 15.06.1987, Бюл. № 22. – 3 с.
3. Авторское свидетельство № 1320419 СССР МПК E21C45/00. Скважинный гидромониторный агрегат. Фонберштейн Е.Г., Черней Э.И. и др. Заявлено 17.01.1986; опубл. 30.06.1987, Бюл. № 24. – 3 с.
4. Авторское свидетельство № 1370244 СССР МПК E21C45/00. Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Бабищев Н. И., Абрамов Г. Ю. и др. Заявлено 07.07.1986; опубл. 30.01.1988, Бюл. № 4. – 3 с.
5. Авторское свидетельство № 1273565 СССР МПК E21C45/00. Скважинный гидромониторный агрегат. Черней Э.И., Смирнов М.М. и др. Заявлено 30.07.1985; опубл. 30.11.1986, Бюл. № 44. – 3 с.
6. Авторское свидетельство № 1265341 СССР МПК E21C45/00. Устройство для скважинной гидродобычи матермалов. Черней Э.И., Смирнов М.М. и др. Заявлено 18.04.1985; опубл. 23.10.1986, Бюл. № 39. – 2 с.

7. Авторское свидетельство № 1229346 СССР МПК E21C45/00. Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Шпак Д.Н., Аренс В.Ж. и др. Заявлено 14.12.1983; опубл. 07.05.1986, Бюл. № 17. – 3 с.
8. Авторское свидетельство № 611001 СССР МПК E21C45/00. Способ скважинной гидродобычи. Бабичев Н.И., Черней Э.И., Кройтор Р.В. Заявлено 10.10.1975; опубл. 15.06.1978, Бюл. № 22. – 3 с.
9. Авторское свидетельство № 1278446 СССР МПК E21C45/00. Способ сооружения геотехнологических скважин. Смирнов М.М., Черней Э.И. и др. Заявлено 30.07.1985; опубл. 23.12.1986, Бюл. № 47. – 3 с.
10. Бондарчук И.Б., Рябчиков С.Я. Современные представления о технологических процессах при отработке продуктивных пластов методом скважинной гидродобычи // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 325. – № 1. – С. 180–190.
11. Патент на изобретение № 2302526 Россия МПК E21C45/00. Snряд для скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых. Бондарчук И.Б., Рябчиков С.Я., Лунев В.И. и др. Заявлено 27.01.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл № 19.
12. Патент на изобретение № 2301337 Россия МПК E21C45/00. Snряд для скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых. Бондарчук И.Б., Рябчиков С.Я., Лунев В.И. и др. Заявлено 26.01.2006; опубл. 20.06.2007, Бюл № 17.
13. Патент на изобретение № 2101507 Россия МПК E21C45/00. Устройство для крепления кровли добычных камер при скважинной гидродобыче полезных ископаемых. Бабичев Н.И., Николаев А.Н. и др. Заявлено 29.10.1996; опубл 10.01.1998, Бюл № 15.
14. Патент на изобретение № 2086768 Россия МПК E21C45/00. Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Бабичев Н.И., Сухолинский-Местечкин С.Л., Виноградов С.А. Заявлено 17.04.1995; опубл 10.08.1997, Бюл № 2.
15. Патент на изобретение № 2447287 Россия МПК E21C45/00. Способ извлечения материалов из мощных подземных формаций. Цурло Е.Н., Чекаров Д.А., Янушенко А.П. Заявлено 26.08.2010; опубл 10.04.2012.
16. Патент на полезную модель № 89610 Россия МПК E21C45/00. Snряд для скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Бондарчук И.Б., Рябчиков С.Я., Лунев В.И. и др. Заявлено 06.07.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл № 34 – 2 с.

## **СКВАЖИННАЯ ПЕЧАТЬ С ОРИЕНТАТОРОМ**

**В.И. Брылин**

*Национальный исследовательский*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Для обнаружения и определения места и характера нарушения бурильной колонны и для получения представления о аварийном объекте (коронка, долото, шарошка и др.) или постороннем предмете,