



УДК (696.6+628.9 622.143)(075.8)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ, DART И RSM675. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ DART ДЛЯ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 2985 м

### THE EFFICACY OF ROTARY MANAGED SYSTEM, DART AND RSM675. TECHNICAL AND ECONOMIC CALCULATION SYSTEM DART TO A WELL DEPTH OF 2985 m

#### Башкуров Артем Юрьевич

кандидат технических наук, доцент,  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе  
Bashkurov\_A@inbox.ru

#### Объедков Александр Сергеевич

магистрант,  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе

**Аннотация.** Данная статья посвящается, применению Роторным Управляемым Системам, системе Dart и RSM675. Основные технические характеристики этих систем, преимущества, а также для каких диаметров скважин можно применять данные системы и технико-экономический расчет для скважины, глубина которой составляет 2985 м.

**Ключевые слова:** система, интенсивность, скважина, бурение, долото.

#### Bashkurov Artem Yuryevich

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Russian state geological prospecting  
University named after Sergo Ordzhonikidze  
Bashkurov\_A@inbox.ru

#### Obedkov Alexander Sergeyevich

Undergraduate,  
Russian state geological prospecting  
University named after Sergo Ordzhonikidze

**Annotation.** This article is dedicated to, the use of Rotary Steerable Systems the Dart system and RSM675. The main technical characteristics of these systems, the advantages and what are the diameters of the wells, you can apply these systems and technical-economic calculation for wells, the depth of which is 2985 m.

**Keywords:** system, the intensity of, well, drilling, chisel.

#### Роторная управляемая система Dart

Система кривления DART представляет собой 100 % механический инструмент для бурения скважин по плавным кривым траекториям с постоянной интенсивностью изменения угла. Кривление по принципу трёхточечной стабилизации обеспечивается путём приложения постоянного бокового усилия от несоосного стационарного стабилизатора к долоту.

В процессе бурения ориентация торца инструмента поддерживается не вращающимся масс-эксцентриком, который за счёт силы тяжести постоянно находится в подвешенном состоянии. Изменение ориентации торца инструмента производится при отрыве долота от забоя при выключенных насосах и, в среднем, занимает не более 3 минут. [1]



Рисунок 1 – Система Dart

Система DART включает следующие элементы и устройства:

1) сердечник, проходящий сквозь инструмент для передачи крутящего момента и вращения долота; используется как часть механизма изменения ориентации торца;

2) скребок, который является частью сердечника и вращается вместе с ним. Диаметр скребка меньше диаметра долота, и обычно скребок не касается стенок ствола. Он предназначен для удаления всех уступов, образующихся в процессе бурения и способных затруднить продвижение не вращающихся стабилизаторов;



3) несоосный (управляющий) стабилизатор – не вращающийся, полноразмерный, немного смещённый по отношению к оси сердечника. Это смещение создаёт боковое усилие на долото, позволяющее управлять траекторией ствола в трёх измерениях;

4) сосный стабилизатор – концентрический, также не вращающийся, создаёт третью точку опоры для реализации трёхточечной стабилизации, которая необходима для точного и предсказуемого управления компоновкой с помощью системы DART. Также этот стабилизатор принимает на себя вес массэксцентрика.

Бурение прямолинейно-наклонных участков с применением системы DART производится путём поочередной ориентации торца в противоположных направлениях. Поскольку изменение ориентации торца при помощи системы DART производится легко и быстро, эта процедура не приводит к увеличению времени бурения и позволяет получить прямой ствол скважины. [1]

Таблица 1 – Технические характеристики системы Dart

Диаметр инструмента, мм	120,6 для бурения скважин 149,2–171,5 мм
Длина, м	8,23
Интенсивность набора угла, град./30 м	3°/30 м
Максимальная температура, °C	150
Внутренний диаметр, мм	28,57
Максимальная скорость вращения, об./мин	220

**Роторная управляемая система RSM675**

Роторная Управляемая Система (RSM®) компании APS состоит из высокотехнологичного модуля роторного бурения и гидравлической силовой секции. RSM использует проверенную временем технологию отклонения долота («Push-the-Bit»), не требует большого количества вспомогательного оборудования и позволяет контролировать траекторию скважины при постоянном вращении бурильной колонны с сохранением оптимальной мощности и скорости вращения долота. Разработанная для использования в различных условиях, RSM сочетает функциональность РУСов, используемых большими сервисными компаниями, с простотой управления, присущей обычным забойным двигателям.

**Описание Системы:**

Модуль роторного бурения RSM содержит выдвижные башмаки, модули позиционирования и управления, а также электрический и гидравлический генераторы, приводимые в движение ротором силовой части. Управляющий модуль контролирует гидравлический манифольд, обеспечивая необходимое направление и силу для изменения траектории скважины.[1]

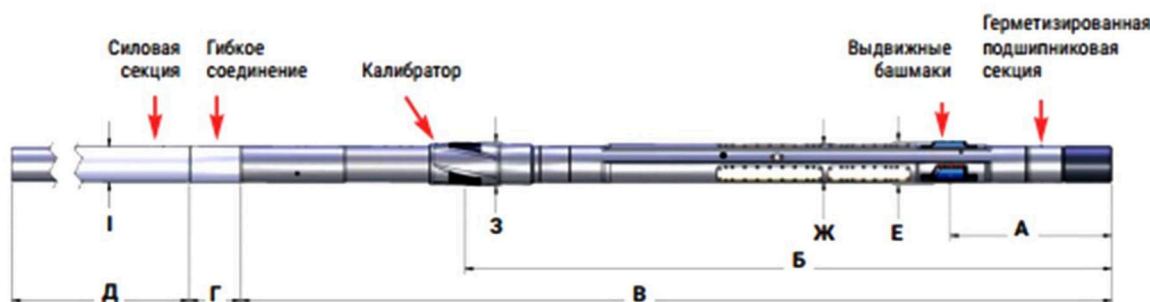


Рисунок 2 – Система RSM675

**Режимы работы:**

RSM может быть сконфигурирован для работы в режиме с замкнутой обратной связью для бурения вертикальных и тангенциальных участков скважины или работать в соответствии с командами, подаваемыми с поверхности. Выбор режима работы, а также выключение РУС для проработки осуществляется с помощью кодированных посылок, получаемых изменением расхода бурового раствора.

**Управление системой в скважине:**

Система APS RSM проста в использовании. Желаемое направление слайдирования задаётся поворотом буровой колонны – также как и установка положения отклонителя у обычного ВЗД. Необходимая интенсивность набора задаётся кодированными посылками (изменением расхода бурового раствора). Встроенный в RSM микроконтроллер способен поддерживать и более сложные алгоритмы работы. В будущем планируется внедрение системы связи с телеметрической системой APS, что значительно расширит возможности системы. [1]



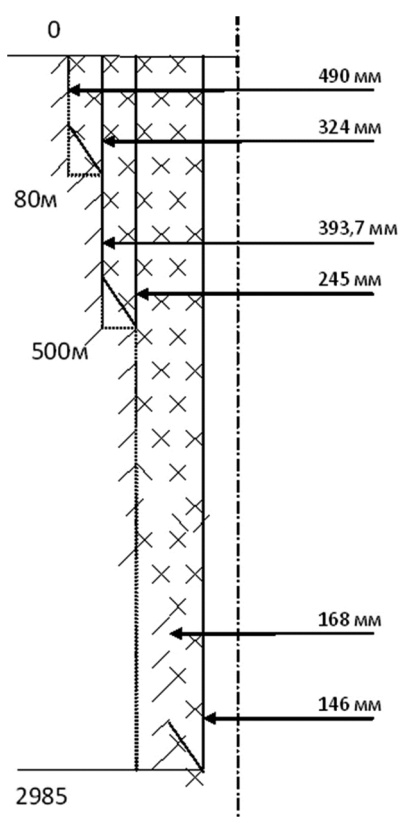
Таблица 2 – Технические характеристики системы RSM675

Максимальный диаметр корпуса RSM	200 мм
Интенсивность	текущий: 0,5°/100' (30 м) до 4,0°/100' (30 м)
Максимальное давление	20,000 фунт/кв. дюйм (137,9 МПа)
Максимальная температура	150 °С
Диаметр силовой секции	171 мм
Общая длина силовой секции	5,24 м

Таблица 3 – Основные значения для скважины[3]

Интервал установки по стволу, м	Наименование обсадной колонны	Диаметр колонны, мм	Диаметр долота, мм
0–80	Направление	324	490
0–500	Кондуктор	245	393,7
0 -2985	Эксплуатационная	146	168

**Конструкция скважины:**



**Технико-экономический расчет системы Dart для скважины, глубина которой составляет 2985 м:**

Продолжительность строительства скважины определяется как совокупность затрат времени на всех этапах цикла строительства, а именно:

- строительно-монтажные работы;
- подготовительные работы к бурению;
- бурение и крепление ствола скважины;
- испытание скважины на продуктивность.

Продолжительность бурения и крепления скважин определяется по формуле: [5]

$$T_6^{пл} = T_6^H \cdot K_n,$$

где  $T_6^H$  – нормативная продолжительность бурения;  $K_n$  – коэффициент пересчёта,  $K_n = 1,05$ .

Составление сметы:

Планирование и финансирование буровых работ и расчёты заказчиков производятся на основе сметных расчётов на строительство скважин, по всем статьям затрат.



Для определения затрат на строительство скважин используются следующие проекты и нормативные документы:

- данные технического проекта от объёма работ;
- сборник элементарных сметных норм;
- строительные нормы и правила;
- единые районные единичные расценки;
- единые и местные цены на материалы.

Определение продолжительности строительства скважины:

$$T_{\text{ц}}^H = t_{\text{пр}}^H + t_{\text{ВМР}}^H + t_{\text{б}}^{\text{пл}} + t_{\text{к}}^H + t_{\text{у}}^H,$$

где  $T_{\text{ц}}^H$  – нормативная продолжительность строительства скважины, сут;  $t_{\text{пр}}^H$  – подготовительные работы к бурению, сут;  $t_{\text{ВМР}}^H$  – время вышкомонтажных работ, сут;  $t_{\text{б}}^{\text{пл}}$  – время бурения, сут;  $t_{\text{к}}^H$  – время крепления, сут;  $t_{\text{у}}^H$  – время испытания, сут.

Определение нормативной механической скорости [4]:

$$V_{\text{мех}}^H = \frac{H}{t_{\text{мех}}^H},$$

где  $H$  – проходка, м;  $t_{\text{мех}}^H$  – нормативное механическое время бурения, ч. [4]

Определение рейсовой скорости: [4]

$$V_{\text{р}}^H = \frac{H}{t_{\text{м}}^H + t_{\text{спо}}^H},$$

где  $t_{\text{м}}^H$  – нормативная продолжительность механического бурения, ч;  $t_{\text{спо}}^H$  – нормативная продолжительность спуско-подъемных операций, ч.

Определение технической скорости: [4]

$$V_{\text{тех}} = \frac{H \cdot 720}{t_{\text{пр}}},$$

где  $t_{\text{пр}}$  – производительное время, ч.

Определение цикловой скорости: [4]

$$V_{\text{ц}}^H = \frac{H \cdot 720}{T_{\text{ц}}}.$$

Определение плановой коммерческой скорости: [4]

$$V_{\text{к}}^{\text{пл}} = \frac{H \cdot 720}{t_{\text{рп}}^{\text{пл}}},$$

где  $t_{\text{рп}}^{\text{пл}}$  – плановое время бурения, ч.

Определение средней проходки на долото по скважине:[4]

$$h_{\text{ср}} = \frac{H}{N},$$

где  $N$  – количество долот.

Количество буровых бригад:

$$Ч_{\text{бр}} = \frac{H_{\text{общ}}}{V_{\text{к}}^{\text{пл}} \cdot 12,17},$$

где  $H_{\text{общ}}$  – общая проходка по всей площади, м.



Количество вышкомонтажных бригад:

$$Ч_{ВМП} = \frac{t_{ВМП}}{t_{б} + t_{к}} \cdot Ч_{бр}.$$

Количество бригад на испытание:

$$Ч_{исп} = \frac{t_{исп}}{t_{б} + t_{к}} \cdot Ч_{бр}.$$

где  $t_{исп}$  – время испытания, ч;

Количество буровых установок:

$$Ч_{БУ} = Ч_{бр} \cdot К_{об},$$

где  $К_{об}$  – коэффициент оборачиваемости:

$$К_{об} = \frac{t_{ВМП} + t_{б} + t_{к} + t_{пер} + t_{рем} + t_{рез}}{t_{б} + t_{к}},$$

где  $t_{пер}$  – время переезда, сут;  $t_{рем}$  – время в ремонте, сут;  $t_{рез}$  – время нахождения в резерве, сут.

$$Ч_{БУ} = 12 \cdot 1,25 = 15 \text{ установок.}$$

Себестоимость 1 метра проходки:

$$C_{1м} = \frac{C_{см} - П_{н}}{H},$$

где  $C_{см}$  – сметная стоимость скважины с учётом коэффициента инфляции, руб;  $П_{н}$  – плановые накопления с учётом коэффициента инфляции, руб.

Общий расход на скважину:

$$C_c = C_{1м} \cdot H_{скв}, \text{ руб.}$$

В настоящее время, система DART использовалась на Южно – Тарасовском месторождении, для скважины, глубина которой составляет 2985 метров. Благодаря этой системе, увеличивается механическая скорость, то есть скорость проходки составила 40,7 м/ч, по сравнению использования Винтового Забойного Двигателя.

### Литература:

1. Кейн С.А. Современные технические средства управления траекторией наклонно направленных скважин, 2014 г. [Электронный ресурс]
2. Забайкин Ю.В. Управление персоналом : учебное пособие. – М., 2008.
3. Управление, организация и планирование геологоразведочных работ / Под ред. д.э.н., проф. Лисова В.И. и д.э.н., проф. Назаровой З.М. – 2-е изд., перераб. и доп. – Волгоград : Издательский Дом «Ин-Фолио», 2011. – 496 с.
4. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении. – М., 1986.
5. Забайкин Ю.В. Управление персоналом : учебное пособие. – М., 2008.

### References:

1. Kane S.A. Modern technical means of controlling the trajectory of obliquely directed wells, 2014 [Electronic resource]
2. Zabaykin Yu.V. Personnel management: a study guide. – М., 2008.
3. Management, organization and planning of geological exploration / Ed. Doctor of economic sciences, prof. Liso-va V.I. and Doctor of Economics, prof. Nazarova Z.M. – 2 nd ed., Revised. and additional. – Volgograd : Publishing House «In Folio», 2011. – 496 p.
4. P.A. Ganjulyan. Practical calculations in exploratory drilling. – М., 1986.
5. Zabaykin Yu.V. Personnel management : a study guide. – М., 2008.