

**ПОСТАДИЙНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ  
ГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ НА НОВО-УРЕНГОЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**Д.С. Аносов**

*Научные руководители: профессор Ю.Г. Боярко, профессор В.Я. Ушаков*

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

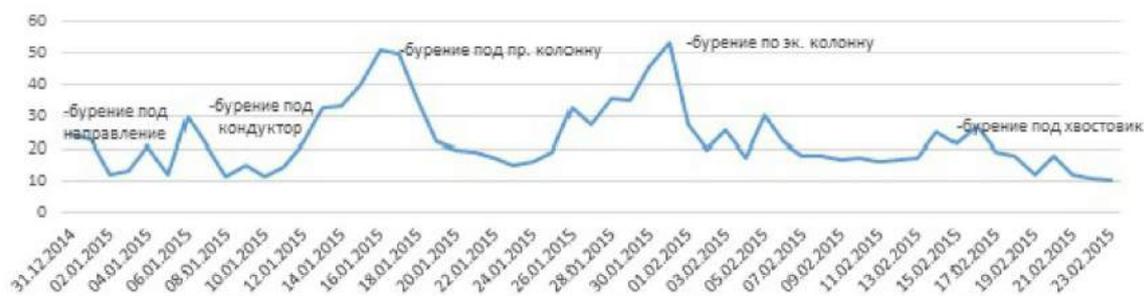
Строительство нефтяной скважины является непрерывным многостадийным, энергозатратным процессом, осуществляемым зачастую в тяжелых климатических условиях и в труднодоступной местности. Поэтому вопрос рационального использования энергии, расходуемой на строительство скважины стоит особо остро. В то же время этот процесс часто связан с непрогнозируемыми осложнениями, которые могут возникнуть на всех стадиях работы. Этот фактор неопределенности не позволяет с достаточной точностью рассчитать объем потребных для строительства скважины энергетических ресурсов. Так же нужно учитывать то, что любое непроизводительное время ведет к увеличению календарного времени работ по скважине и, соответственно, к трате дополнительных энергетических ресурсов. Тем не менее, если осложнения, вызванные геологическими или природно-климатическими условиями, предупредить и спрогнозировать достаточно проблематично, то технологические осложнения (не правильный подбор режима бурения), и технические, вызванные поломкой или отказом оборудования, можно предусмотреть и свести их к минимуму.

Наиболее энергоемкими операциями технологического процесса бурения скважины является непосредственно бурение (процесс разрушения горной породы) и промывка (очистка забоя от выбуренной породы). Бурение и промывка верхних интервалов скважины под направление (направляющая колонна, спускается с целью перекрытия слабоустойчивых четвертичных отложений), и кондуктор (спускается с целью перекрытия слабосцементированных пород), производится с большей подачей насосов, так как осуществляется с применением инструмента большего диаметра и, соответственно, с увеличенным объемом выносимого шлама; по мере роста глубины скважины переходят на буровой инструмент меньшего диаметра. Однако при бурении под промежуточную колонну (спускается с целью перекрытия сеноманского горизонта), эксплуатационную колонну (спускается с целью перекрытия пластов не совместимых по условиям одновременного вскрытия из-за разных коэффициентов аномальности пластовых давлений) и хвостовик (спускается с целью эксплуатации ачимовских отложений) увеличиваются пластовое давление, крепость горных пород и вес бурового инструмента, что ведет к значительному росту энергопотребления.

Самыми распространенными способами разрушения горной породы являются бурение роторным способом, турбобурами и винтовыми забойными двигателями (ВЗД). Если при бурении роторным способом вращательный момент передается от стола ротора ведущей бурильной трубой к колонне труб, то при бурении турбобурами и ВЗД момент возникает непосредственно на валу двигателя, рабочим агентом здесь служит промывочная жидкость, за счет подачи которой возникает дифференциальный перепад давления.

При бурении вертикальных скважин применение ВЗД или турбобура не всегда обосновано в аспекте энергоэффективности, так как необходимо дополнительно увеличивать подачу насосов для создания рабочего давления [1]. Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин осуществляется с применением двигателя с регулируемым углом перекоса. Конструкция турбобуров и ВЗД позволяет изменять угол искривления двигателя в зависимости от профиля скважины для набора параметров кривизны. Это позволяет вести бурение комбинированным способом, то есть как направленно – на участках набора параметров, так и с вращением всей колонны – на участках стабилизации и горизонтальных участках скважины.

Из рисунка 1, составленного по данным суточного потребления электроэнергии в процесс строительства газовой скважины №1-24-05 Ново-Уренгойского месторождения, видно, что пиковое потребление происходило в период с 13.01.2015 г. по 17.01.2015 года и с 27.01.15 по 31.01.15, когда шло бурение под техническую и эксплуатационную колонну. Бурение под направление (с 31.12.2014 по 1.01.2015) и кондуктор (04.01.2015 и 06.01.2015) осуществлялось роторным способом с применением «маятниковой» компоновки, включающей себя PDC – долото и УБТ, без использования ВЗД.



**Рис. 1. Динамика суточного потребления энергии при строительстве скважины**

Бурение под направление в интервале 0-230 м велось долотом 490,0 V-C21-R705 в следующем режиме: нагрузка на долото  $G=2$ -6т; подача насосов  $Q=40,5$ -41л/с; давление нагнетания  $P=9$ -30атм;  $V_{\text{ср.мех}}=9,9$ м/час. Удельная энергоёмкость этого процесса составила 0.2 кВт.ч/м.

Бурение под кондуктор в интервале 230-700 м велось долотом БИТ 393,7 В 419 ТСР в следующем режиме:  $G=1,5$ -8т;  $Q=30$ -43л/с;  $P=13$ -60атм;  $V_{\text{ср.мех}}=20$  м/час. Удельная энергоёмкость этого процесса составила = 0.1 кВт.ч/м.

Бурение под промежуточную колонну в интервале 700-2222 м велось долотом БИТ 295,3 ВТ 619 Т.07 с ВЗД ДРУ-240РС в режиме:  $G=2,5$ -10т;  $Q=55$ л/с;  $P=99$ -167атм;  $V_{\text{ср.мех}}=41,1$ м/час. Удельная энергоёмкость этого процесса составила 0.14 кВт.ч /м.

Бурение под эксплуатационную колонну в интервале 2222-3724 м велось долотом БИТ-220,7 ВТ 613 с ВЗД А675М4570ХР в режиме:  $G=3$ -11т;  $Q=36$ -37л/с;  $P=125$ -253атм;  $V_{\text{ср.мех}}=33$  м/час. Удельная энергоёмкость этого процесса составила 0.13 кВт.ч /м.

Бурение под хвостовик в интервале 3724-3941 осуществлялось долотом БИТ-152,4 ВТ 613 Н.10 с ВЗД ДРУ-120  $G=4$ -6т;  $Q=12$ л/с;  $P=115$ -117атм;  $V_{\text{ср.мех}}=4$ м/час. Удельная энергоёмкость этого процесса составила = 0.2 кВт.ч/м.

На рис. 2 представлено распределение удельной энергоёмкости стадий процесса строительства скважины.

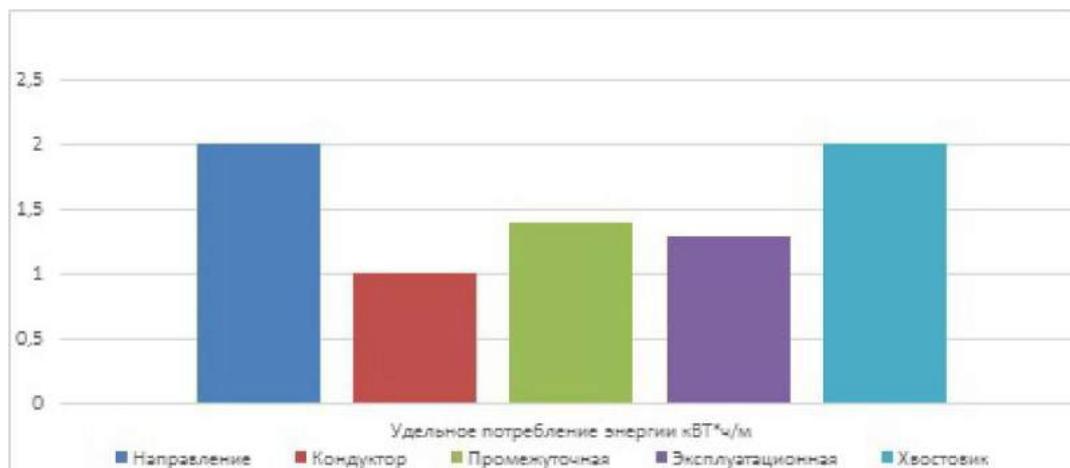


Рис. 2. Удельное потребление энергии кВт.ч /м

Выполненный анализ показывает, что самыми энергоёмкими стадиями строительства горизонтальной скважины являются бурение под направление и хвостовик. Следует отметить, что при бурение под направление было отмечено непроизводительное время, учесть которое в расчетах затруднительно из-за непродолжительности этой стадии. Наименьшая удельная энергоёмкость была отмечена при бурение под кондуктор. Таким образом, бурение скважины роторным способом характеризуется меньшим удельным расходом энергии при условии оптимального выбора профиля скважины и компоновки низа буровой колонны.

#### Литература

1. Мухина С.А., Щепин А.С, Когда ВЗД становится лишним // Бурение и нефть. - 2013. - № 8. - С. 60-63.