

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДОКОНДЕНСАТНОГО ПРИТОКА В СКВАЖИНУ ДЛЯ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ДИАМЕТРА КОЛОННЫ ЛИФТОВЫХ ТРУБ

К.В. Присмотров

Научный руководитель - старший преподаватель М.А. Гладких

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время накопление жидкости на забое газовой скважины в процессе ее продолжительной эксплуатации является основной причиной, обуславливающей ухудшение фильтрационно-емкостных свойств коллектора, уменьшения дебита скважины, дестабилизации режима ее работы и увеличения содержания механических примесей в продукции скважины.

Таким образом, для решения возникающих осложнений необходимо искать способы удаления жидкости с забоя газовой скважины. Наиболее продвинутой технологией в данной сфере является перевод скважины на эксплуатацию с использованием концентрических лифтовых колонн. Ее суть заключается в том, что внутрь уже спущенной лифтовой колонны посредством кольтюбинга производят спуск колонны меньшего диаметра, составленной из гибких полимерных труб, называемой центральной лифтовой колонной (ЦЛК). На устье скважины производят монтаж верхней части фонтанной арматуры с целью обеспечения эксплуатации спущенной колонны лифтовых труб, а также обязывают фонтанную арматуру с автоматическим управляющим комплексом. В состав комплекса входит регулирующий клапан, который изменяет диаметр проходного сечения пространства между лифтовыми колоннами. Тем самым при уменьшении проходного сечения вплоть до полного перекрытия, скважина продолжает эксплуатироваться только по центральной лифтовой колонне, в результате чего увеличивается скорость движения газа, которая становится достаточной для удаления жидкости с забоя скважины. Величина проходного сечения межкольевого пространства регулируется в автоматическом режиме по результатам подсчета дебита газа по двум лифтовым колоннам. В тот момент, когда дебит скважины становится меньше оптимального значения, вследствие постепенного накопления жидкости на забое скважины, автоматика дает сигнал на уменьшение проходного сечения межкольевого пространства [1].

Основное преимущество данной технологии по сравнению с другими доступными технологиями – отсутствие необходимости в глушении скважины. Это является решающим фактором, обуславливающим внедрение технологии на месторождениях, находящихся на поздних стадиях разработки, так как именно на поздних стадиях скорость движения газа на забое скважин зачастую оказывается недостаточной для выноса жидкости из-за естественного снижения пластового давления при разработке. Кроме того, перевод скважины на эксплуатацию с использованием концентрических лифтовых колонн позволяет сделать процесс выноса жидкости с забоя скважины стабильным и управляемым в широком диапазоне объемов поступающей на забой жидкости.

Для расчета оптимального диаметра и компоновки центральной лифтовой колонны, составления проекта технического перевооружения скважины необходимо обоснование эффективности планируемой к внедрению технологии. С этой целью проводят комплекс исследования скважины для выяснения причин и условий накопления жидкости. Комплекс работ включает в себя анализ промысловой информации, газоконденсатные исследования скважины, гидродинамические исследования скважины, отбор и физико-химический анализ поступающей на забой жидкости.

Полученная информация в результате данных исследований позволяет составить модель водоконденсатного притока в скважину. Данная модель позволяет спрогнозировать количество поступающей на забой скважины жидкости, изменения скорости движения газа и дебита газа в течение срока эксплуатации скважины. Кроме того, модель является основой для подбора оптимального диаметра спускаемой колонны лифтовых труб, так как дебит газа и скорость его движения в лифтовой колонне непосредственно зависят от диаметра спущенной лифтовой колонны [2].

Далее будет рассмотрен пример проведения моделирования для скважины №2066 Северо-Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. В скважине происходило накопление воды в размере 1,3-1,5 м³/сут воды на 100 тыс. м³/сут по газу. С учетом профиля скважины, ее конструкции и компонентного состава её продукции была создана модель в программном обеспечении OLGA (производства Schlumberger). Далее с учетом газоконденсатных и гидродинамических исследований скважины вычисляют оптимальные скорости движения газа и трубные давления, при которых скважина работает стабильно при максимально возможном дебите. После чего сверяют получившуюся модель с показателями гидродинамической модели на прогнозируемый период времени с целью получения информации о характере изменения продуктивности скважины с течением времени.

С учетом вышеизложенных факторов в дальнейшем происходит моделирование условий водопритока в скважину. Моделирование проводят при разных значениях водогазового фактора, пластового давления и компоновки, глубины спуска центральной лифтовой колонны. Вычисленные значения дебита скважины сравниваются с оптимальным значением дебита, полученного при вычислении на предыдущем этапе работ.

Ввиду того, что на забой скважины может поступать жидкость разнообразного состава (конденсационная вода, пластовая вода, газовый конденсат), непрерывно изменяются термобарические условия на забое скважины. Кроме этого, наличие влияния скин-фактора и несовершенство математической основы модели водопритока вносят большую погрешность в процесс прогнозирования объемов поступающей на забой жидкости, непосредственно влияющую на выбор оптимального варианта компоновки, спускаемой центральной лифтовой колонны. Поэтому после составления модели необходима экспертная оценка получившихся результатов.

Итоговый вариант сводной таблицы приводится в следующем виде (см. таблицу):

Таблица

Результаты моделирования водогазового притока в скважину

№ п/п	Пластовое давление, бара	Водогазовый фактор, м ³ /м ³	Устьевое давление, бара	Дебит газа ЦЛК Ду=89 мм, MD=3650 м, м ³ /сут	Дебит газа ЦЛК Ду=89 мм, MD=4010 м, м ³ /сут	Дебит газа ЦЛК Ду=73 мм, MD=3650 м, м ³ /сут	Дебит газа ЦЛК Ду=73 мм, MD=4010 м, м ³ /сут	Дебит газа ЦЛК Ду=60 мм, MD=3650 м, м ³ /сут
1	170	1,50E-05	98	162262	158374	134721	128789	93909
2	170	3,00E-05	98	154186	153830	127752	125638	84676
3	170	5,00E-05	98	148701	146459	117266	117932	78078
4	170	7,00E-05	98	140488	136475	121689	111571	81298
5	170	1,00E-04	98	124802	121847	101003	102132	64603
6	170	1,50E-04	98	самозадавл.	самозадавл.	самозадавл.	самозадавл.	57789
7	165	1,50E-05	98	140528	136814	115745	113626	83624
8	165	3,00E-05	98	127901	128486	111371	106467	74482
9	165	5,00E-05	98	119544	118538	108625	100852	69954
10	165	7,00E-05	98	самозадавл.	самозадавл.	95015	94608	69416
11	165	1,00E-04	98	самозадавл.	самозадавл.	80391	82841	53453
12	165	1,50E-04	98	самозадавл.	самозадавл.	самозадавл.	самозадавл.	самозадавл.

В данной таблице приведена лишь часть соотношений изменения пластового давления и водогазового фактора, в действительности проводятся исследования большего диапазона значений. Для скважины №2066 наиболее оптимальный режим работы достигается при спуске лифтовой колонны с условным диаметром 60 мм на глубину 3650 м. Также было выяснено, что при спуске центральной лифтовой колонны ниже верхних отверстий фильтра-хвостовика (4010 м), самозадавливание скважины будет происходить интенсивнее.

Кроме того, путем моделирования можно узнать характер изменения дебита скважины с течением времени при эксплуатации ее в условиях накопления жидкости. Полученный график выглядит следующим образом (см. рисунок):

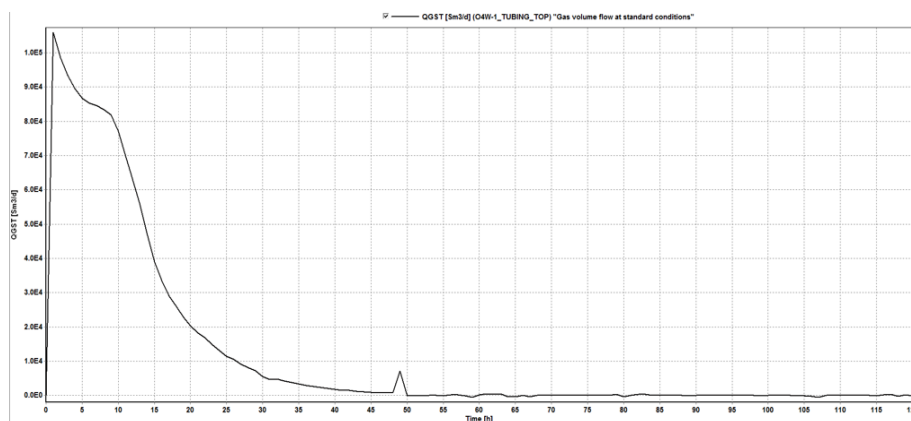


Рис. График зависимости дебита скважины от времени накопления жидкости

Как видно из графика, снижение дебита скважины происходит уже в первые часы после ее запуска, спустя сутки дебит скважины уменьшился в 10 раз в результате накопления жидкости на ее забое, и скважина почти самопроизвольно заглушилась.

В результате данных исследований были получены следующие выводы:

- применение лифтовой колонны с условным диаметром 60 мм, в совокупности со спуском на глубину фильтра хвостовика (3650 м), позволит продлить эксплуатацию скважины № 2066 даже при значительном увеличении объема водопритока (15 м³/сут воды на 100 тыс. м³/сут по газу);
- спуск башмака лифтовой колонны ниже верхних отверстий фильтровой зоны не сможет обеспечить увеличения дебита газа, а напротив, способствует более раннему самозадавливанию скважины.

Таким образом, моделирование водоконденсатного притока в скважину при ее переводе на эксплуатацию с использованием концентрических лифтовых колонн является фундаментальным процессом, позволяющим не только произвести оптимальный подбор оборудования, но и спрогнозировать характер работы скважины при ее эксплуатации в осложнённых условиях.

Литература

1. Корякин А.Ю., Комплексные решения задач разработки и эксплуатации скважин Уренгойского добывающего комплекса – М., 2016 г. – 272 с.
2. Руководство по эксплуатации скважин сеноманских залежей по концентрическим лифтовым колоннам Р Газпром 2-3.3-556-2011., М., 2011г. – 29 с.