

УДК 622.276.346

АЛГОРИТМ «ВИРТУАЛЬНОГО РАСХОДОМЕРА» ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕБИТА СКВАЖИНЫ

А.А. Пашали, к.т.н. (ПАО «НК «Роснефть»),
А.С. Топольников, к.ф.-м.н. (ООО «РН БашНИПИнефть»),
В.Г. Михайлов, д.т.н. (ООО «РН БашНИПИнефть»)

Авторами разработан алгоритм «виртуального расходомера» – расчетный алгоритм определения дебита скважины на основе замеров косвенных параметров (давления на приеме насоса, силы тока, напряжения и загрузки погружного электродвигателя (ПЭД) и др.) при автоГДИС (исследованиях, не требующих специальных манипуляций со скважиной). Проведение восстановления дебита необходимо при анализе кривой изменения забойного давления во время работы скважины, например, кривой падения давления после запуска добывающей скважины. Разработка «виртуального расходомера» актуальна для определения дебита газожидкостного потока в скважинах, в которых невозможно выполнять прямой замер (например, отсутствует или неисправна автоматическая групповая замерная установка), либо дискретность прямых замеров недостаточна для последующего проведения автоГДИС.

Вопросами расчета дебита скважины по косвенным показателям ее эксплуатации занимаются многие нефтедобывающие и сервисные компании. Однако используемые методики обладают рядом допущений, которые негативно влияют на точность расчета: 1. при вычислении мощности на валу ПЭД не учитываются его особенности и частота питающего тока; 2. давления на приеме и выкидной линии электроцентробежного насоса (ЭЦН) при отсутствии датчика телеметрической системы определяются по упрощенным гидростатическим формулам, не учитывающим изменение плотности газонефтяной смеси в затрубном пространстве

скважины и расход газа; 3. деградация напора насоса рассчитывается с учетом изменения частоты вращения вала ПЭД относительно номинальной частоты ЭЦН и влияния вязкости на паспортную характеристику насоса, при этом не учитывается деградация напора насоса вследствие влияния газа и износа.

Авторами предложен алгоритм расчета дебита скважины на основе показаний датчика давления на приеме насоса и станции управления ЭЦН, исключающий влияние указанных факторов. Предполагается, что замеры дебита жидкости скважины отсутствуют, но при этом известны электрические параметры установки ЭЦН (частота, сила и питающее напряжение) и актуальные значения обводненности и газового фактора. В этом случае определяющим уравнением является условие равенства потребляемой мощности ЭЦН и полезной мощности ПЭД, а частота вращения вала ПЭД определяется с учетом отличия фактической частоты вращения от частоты питающего тока за счет величины скольжения.

Тестирование алгоритма «виртуального расходомера» было проведено на 70 добывающих, нагнетательных и водозаборных скважинах различных месторождений восьми добывающих предприятий ПАО «НК «Роснефть» в Поволжье, Западной и Восточной Сибири. Сравнение расчетного и замеренного дебитов рассмотренных скважин на основе ретроспективных показателей их работы показало погрешность в пределах 10 %, что является приемлемым для использования на практике. Интеграция алгоритма в расчетный модуль для сбора и подготовки данных высокоточной телеметрической системы показала успешность (более чем по 90 % скважин) генерации дебита жидкости в тех точках, где отсутствуют замеры дебита, но имеются показания датчика давления на приеме насоса. Применительно к автоГДИС полученные результаты означают многократное расширение выборки данных для использования при интерпретации продуктивных свойств пласта.
