

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПОРОДЫ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОРАЗРЫВА

Компания Sigra обладает оборудованием и технологиями, позволяющими осуществлять измерение напряжений породы с помощью гидроразрыва пласта. Данный процесс подразумевает изоляцию необсаженного участка ствола скважины с помощью пакеров. В изолированную секцию закачивается жидкость (как правило, вода или загуститель на водной основе), давление которой поднимается до растрескивания стенки скважины, о чем свидетельствует значительное увеличение расхода. После этого закачка прекращается, и жидкость вытекает из образовавшейся трещины до ее закрытия. Закрытие трещины свидетельствует о невысоком основном напряжении. Напряжение находится в функциональной зависимости от минимального и максимального значения основного напряжения, перпендикулярного направлению ствола скважины.

Процесс открытия и закрытия трещины, как правило, повторяется несколько раз, для подтверждения соответствующих значений давления.

На основе этого процесса, при условии изначального отсутствия трещин в стенках скважины, специалисты Sigra определяют значения основных напряжений, перпендикулярных направлению ствола скважины, при условии, что он лежит на главной оси основного напряжения. Напряжение может быть определено для случаев наличия большой и маленькой разницы значений основного напряжения, способных обусловить наличие сжимающей или растягивающей нагрузки в стволе скважины. Теория, согласно которой определяется основное напряжение, основывается на принципах эластичности и неприменима к неупругим породам.

Также возможно использование традиционного подхода на основе постоянного расхода нагнетаемой жидкости. В этом случае необходимо неоднократное открытие и закрытие трещины при различных значениях расхода нагнетаемой жидкости. Это обусловливается зависимостью давления, необходимого для раскрытия трещины, от расхода нагнетаемой жидкости, и необходимостью определения теоретического значения давления при нулевом расходе. В некоторых случаях предпочтительнее является закачка с равномерным увеличением давления, до момента резкого увеличения расхода жидкости, свидетельствующего о раскрытии трещины.

Для определения направления образовавшихся в ходе гидроразрыва трещин используется либо направленный пакер-печать, либо технологии акустического зондирования. Данные о направленности трещин, в свою очередь, необходимы для определения направления напряжения.



След от трещины на пакере-печати

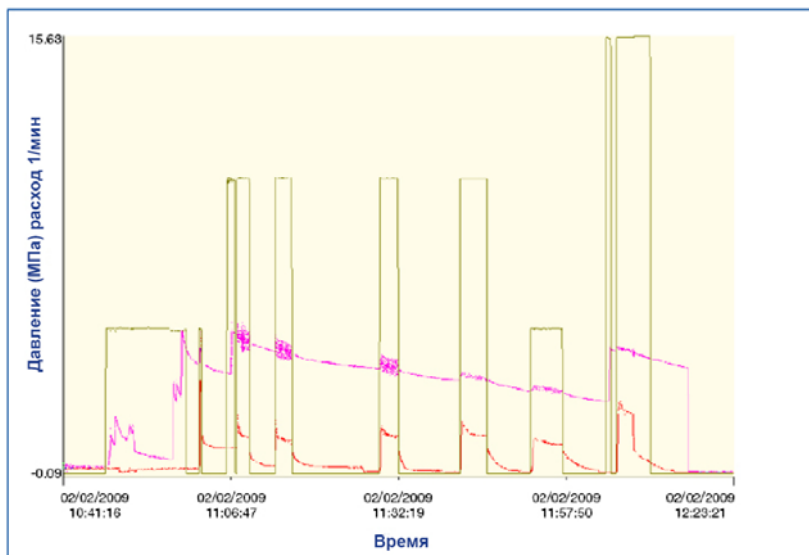
В реальных ситуациях ствол скважины может иметь направление, отличное от направленности основного напряжения, а порода, или стенки скважины, могут иметь трещины. В первом случае трещина может отходить от стенки скважины по направлению плоскости минимального основного напряжения, что усложняет исследование. При наличии трещин в стволе скважины до проведения гидроразрыва, возможно определение только значения нормального напряжения породы.

Проведение исследования в угольных пластах, обладающих значительной проницаемостью, может потребовать значительного расхода жидкости для раскрытия трещины, а ее направленность, скорее всего, будет зависеть от направления кливажей. В результате становится возможным определить только минимальное напряжение, равное напряжению смыкания кливажа. Проведение гидроразрыва через перфорированную обсадную колонну вызывает дополнительные сложности, поскольку в этом случае невозможно формирование трещины в предпочтительной плоскости. Это делает невозможным определение с помощью данной технологии максимального значения основного напряжения.

Давление жидкости при гидроразрыве всегда должно быть ниже номинального давления

пакера, поскольку в противном случае по краям пакера наблюдается утечка. Таким образом, всегда существует возможность образования трещины в месте установки пакера. При этом такая трещина будет иметь ту же направленность, что и в случае ее образования под действием жидкости. Для предотвращения этого давление пакера следует поддерживать на минимальном уровне, достаточном для обеспечения герметизации.

Гидроразрыв является эффективным методом определения напряжения породы при использовании в соответствующих ситуациях и при должной интерпретации полученных данных. Зачастую, как, например, после завершения бурения скважины, это единственно возможный метод определения напряжения породы без необходимости отбора керна.



Итоговая диаграмма по результатам испытаний