

Профилирование водопроницаемости

Модель 405

Flute Transmissivity Profiling позволяет быстро определять все значимые пути фильтрации в скважине с разрешением от 15 до 30 см всего за несколько часов работы.

Принцип работы

При установке и выворачивании глухого рукава вода, находящаяся в стволе скважины, выдавливается в окружающий массив по имеющимся путям фильтрации — таким как трещины, проницаемые пласты или каверны.

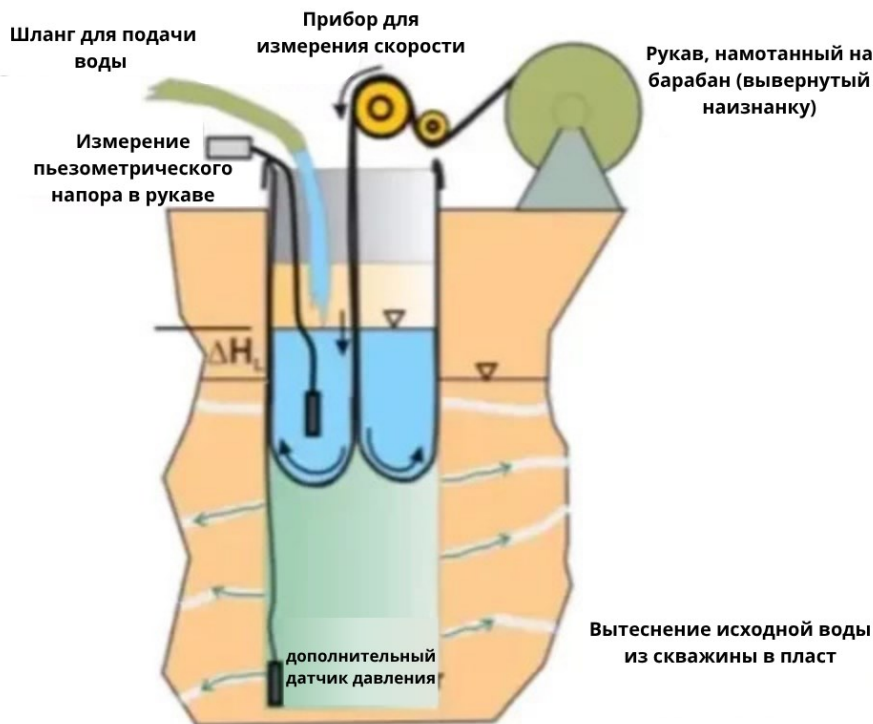


Схема системы с тремя основными элементами

1. **Flute Profiler** у устья скважины, измеряющий скорость движения рукава и другие параметры, влияющие на процесс установки;
2. датчик давления, фиксирующий избыточный напор внутри рукава, который проталкивает его вниз по стволу;
3. датчик давления, измеряющий напор воды под рукавом.

Эти данные позволяют контролировать все факторы, которые влияют на процесс выворачивания рукава.

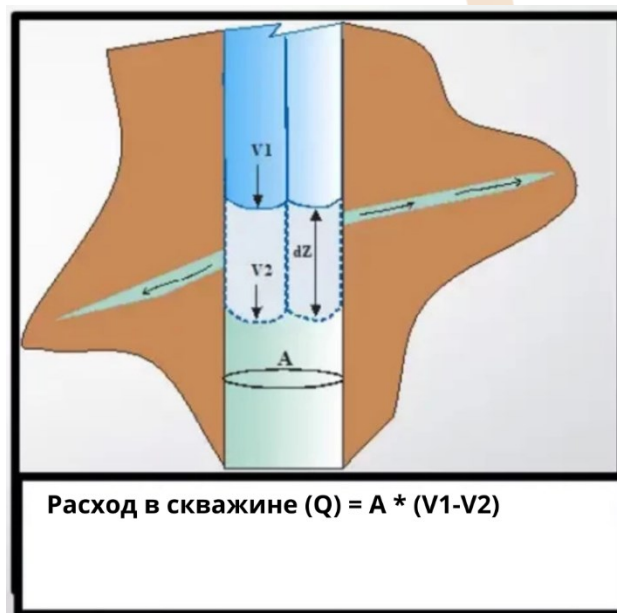
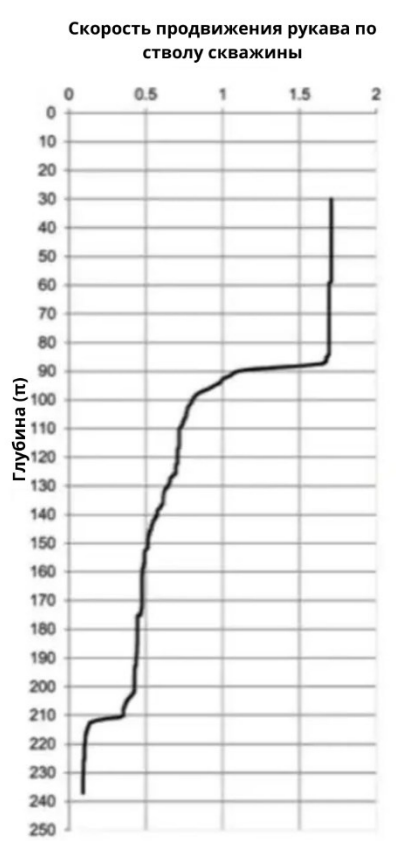
Определение путей фильтрации

Скорость спуска рукава зависит от того, насколько быстро вода может вытекать из скважины через проницаемые зоны.

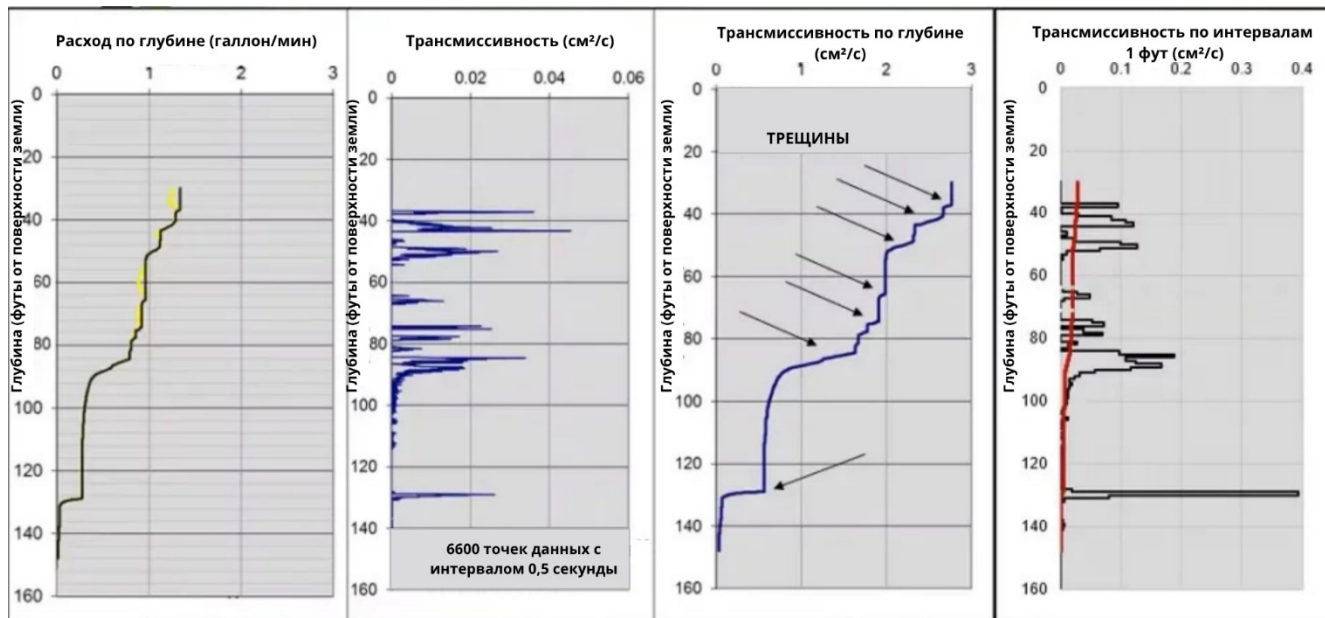
Вывертывающийся рукав работает наподобие поршня, который идеально прилегает к стенкам скважины. Однако, в отличие от поршня, рукав не скользит вниз — он как бы «выворачивается» и наращивается по длине снизу, в так называемой точке развертки. По мере продвижения рукав последовательно перекрывает проницаемые зоны.

В начале установки все пути фильтрации открыты, и скорость спуска максимальна. Когда рукав перекрывает проницаемые участки, расход воды, вытесняемой из скважины, уменьшается, и скорость спуска рукава постепенно снижается.

В итоге строится профиль скоростей, который показывает, как изменяется скорость продвижения рукава с глубиной. Умножив скорость на площадь поперечного сечения ствола скважины (уточнённую по диаграмме диаметра скважины), получают расход воды для каждого интервала.



В самом начале профилирования вычисленный расход отражает суммарный приток всей скважины. По мере перекрытия проницаемых зон расход уменьшается. Те интервалы, где расход падает, указывают на расположение путей фильтрации. По величине изменения расхода можно судить о проницаемости этих зон. На основе профиля расходов можно рассчитать профиль водопроницаемости скважины с помощью уравнения Тима.

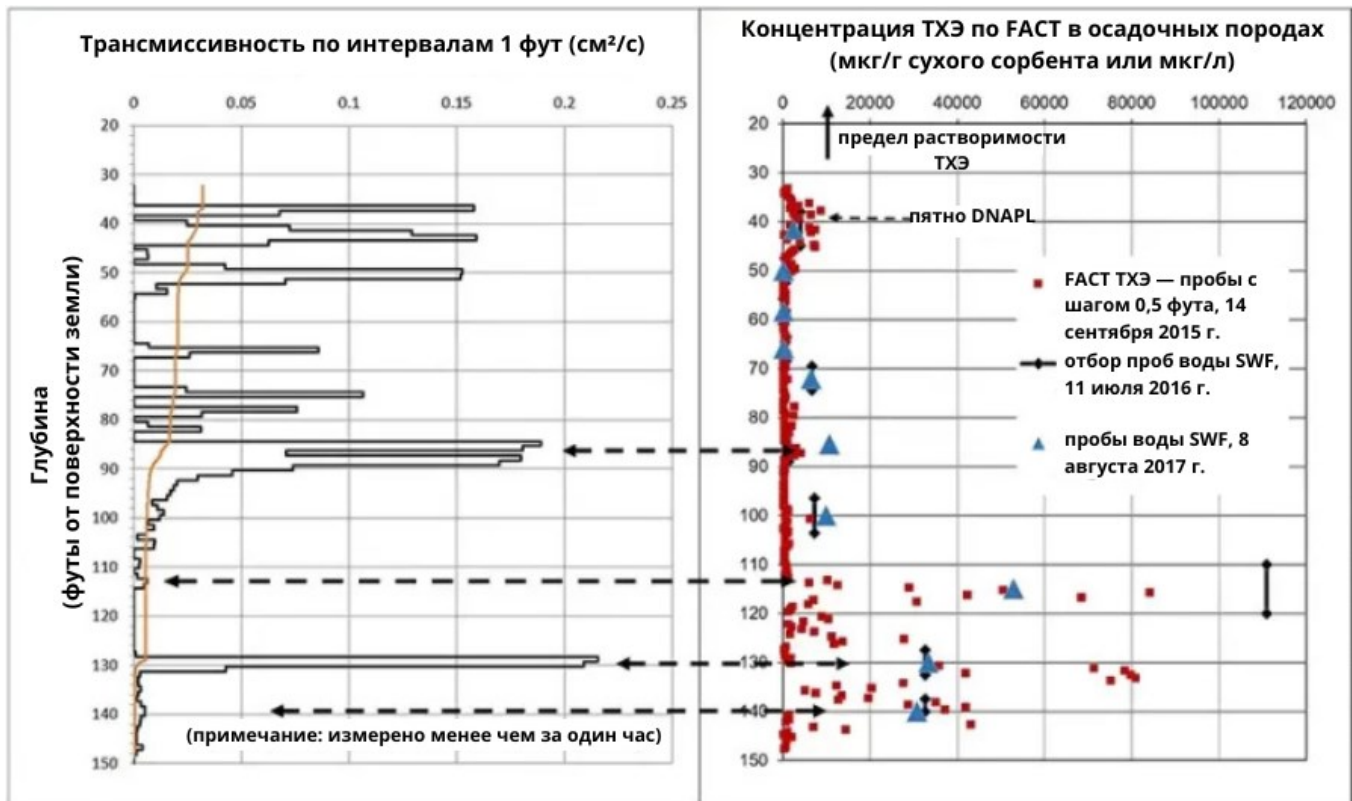


Профиль расхода и профиль трансмиссивности

Компания Flute выполнила сотни таких профилирований в скважинах глубиной до 300 м и диаметром от 76 до 305 мм. Публикации и статьи, в которых результаты профилирования сопоставлены с измерениями при помощи стержневых пакеров, доступны на сайте компании.

Как правило, Flute Transmissivity Profiler™ позволяет за считанные часы выявить все значимые пути фильтрации в скважине, тогда как пакерные исследования занимают в 10 раз больше времени. Кроме того, разрешение измерений у Flute Profiler (15–30 см) намного выше, чем возможно при работе с пакерами. Прямые измерения потоков воды с помощью Profiler позволяют сократить или даже исключить необходимость некоторых геофизических исследований, обычно применяемых для поиска потенциальных зон фильтрации в скважине. Дополнительное преимущество — возможность сразу же использовать глухой рукав для герметизации скважины и предотвращения вертикальной миграции загрязнителей.

В сочетании с методом Flute FACT становится возможным одновременно построить карту распределения загрязняющих веществ в скважине, в которой уже установлен глухой рукав. Эти данные применяются при построении концептуальных моделей миграции загрязнителей (CSM) и проектировании многоуровневых систем отбора проб.



Профиль водопроницаемости и данные ФАСТ.

Обратите внимание на высокие концентрации ТСЕ на глубинах 34,1 м и 42,7 м (112' и 140') в зонах с низкой водопроницаемостью, по сравнению с низкими концентрациями ТСЕ в зонах с высоким дебитом на глубинах 27,4 м и 39,6 м (90' и 130'). Концентрации ТСЕ на отметках 140' и 112' в два раза выше или равны соответственно самым высоким концентрациям в скважине на глубине 130', несмотря на то, что эти интервалы относятся к наименее проницаемым. Эти данные подчёркивают необходимость использования методов высокого разрешения для точной идентификации всех значимых источников загрязнения при гидрогеологических исследованиях. Анализ проб воды (зелёные ромбики) подтверждает результаты метода ФАСТ.

После получения непрерывного профиля водопроницаемости можно построить профиль пьезометрических уровней путём пошагового подъёма рукава из скважины.