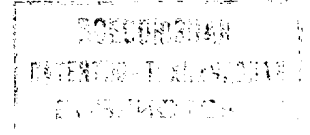




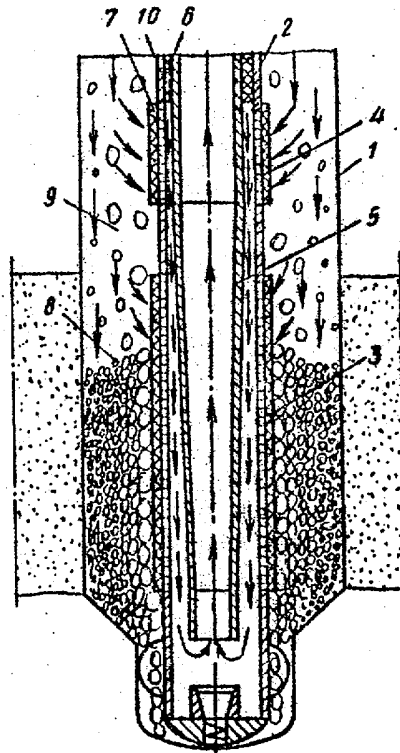
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4288932/23-03¹
- (22) 22.07.87
- (46) 15.11.89. Бюл. № 42
- (71) Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии
- (72) А.Д. Башкатов
- (53) 622.245.543(088.8)
- (56) Патент США № 4474239, кл.166-278, опублик. 1984.
- (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ГРАВИЙНОГО ФИЛЬТРА В СКВАЖИНЕ
- (57) Изобретение относится к горной промышленности. Цель - повышение качества сооружаемого фильтра. Устройство содержит фильтровую колонну 2 с

размещенным на ней каркасом фильтра 3 с отверстиями 7 и дополнительным фильтром 4 над последними. Внутри колонны 2 установлена вспомогательная колонна 5 и между ними размещен герметизирующий элемент 6. Колонна 5 выполнена в виде усеченного конуса и имеет диаметр в верхнем и нижнем сечениях, соответствующих верхним и нижним отверстиям каркаса фильтра 4, определяемый по математической формуле. Регулировка скоростей потока за и внутри фильтров 3 и 4 осуществляется за счет сужения площади живого сечения потока за и внутри фильтров 3 и 4. Устройство позволяет повысить ка-



чество сооружаемого фильтра за счет фракционирования гравия в поперечном сечении обсыпки, при котором размер

частиц постепенно уменьшается от каркаса в направлении стенок скважины, 1 ил.

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к технологии сооружения гравийных фильтров в зоне продуктивного пласта.

Целью изобретения является повышение качества сооружаемого фильтра.

На чертеже изображено устройство для сооружения гравийного фильтра в скважине.

Устройство устанавливают в скважине 1. Оно содержит фильтровую колонну 2 с размещенным на ней каркасом

10 фильтра 3 и дополнительным фильтром 4. Внутри фильтровой колонны 2 установлена вспомогательная колонна 5 и герметизирующий элемент 6 между ними. Дополнительный фильтр 4 установлен над отверстиями 7 фильтра 3. Вспомогательная колонна 5 выполнена в виде усеченного конуса, имеющего диаметр в верхнем и нижнем сечениях, соответствующих верхним и нижним отверстиям каркаса фильтра, определяем 20 мый по формуле

$$D_{в\max} = \sqrt{D_{\phi}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{\max}(D_c - D_{\phi}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2(D_c^2 - D_{\phi}^2)} \right)^{\frac{1}{2}}};$$

$$D_{в\min} = \sqrt{D_{\phi}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{\max}(D_c - D_{\phi}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2(D_c^2 - D_{\phi}^2)} \right)^{\frac{1}{2}}},$$

где $D_{в\max}$, $D_{в\min}$ - максимальный и минимальный диаметры вспомогательной колонны у верхних и нижних отверстий каркаса основного фильтра соответственно;

Q - производительность закачки;

D_c , D_{ϕ} - диаметры скважины и каркаса фильтра;

ρ - плотность жидкости-носителя;

$\Delta P'$ - перепад давления на каркасе фильтра;

$\text{grad } P_{\max}$, $\text{grad } P_{\min}$ - максимальный и минимальный градиенты давления в кольцевом пространстве скважины, которые определяют по формуле

$$\text{grad } P_{\max} = \frac{\pi d \rho (Q + UF)^2}{36 \psi l^2 F^2} \text{arch}^2 e^{\frac{6\psi r}{\pi d}};$$

$$\text{grad } P_{\min} = \frac{\pi d \rho (Q + UF)^2}{36 \psi (1+H)^2 F^2} \text{arch}^2 e^{\frac{6\psi r}{\pi d}},$$

где ψ - коэффициент сопротивления;

r - расстояние между каркасом фильтра и стенками скважины;

U - гидравлическая крупность частиц диаметра d , соответствующего расчетным $n\%$ ситового отсева;

F - площадь поперечного сечения гравийного фильтра;

H - высота от верхних отверстий каркаса основного фильтра до забоя;

l - высота каркаса дополнительного фильтра;

d - размер частиц гравия, а высота каркаса дополнительного фильтра выбрана из выражения

$$l = \frac{\pi d (Q + UF) \text{arch} e^{\frac{6\psi r}{\pi d}}}{6 \psi F \sqrt{\frac{\text{grad } P_{\max} \pi d}{\psi \rho}}}$$

Закачку частиц 8 гравия осуществляют через кольцевое пространство 9 скважины 1. Между фильтром 3 и дополнительным фильтром 4 находится глухая часть 10 фильтровой колонны 2. Устройство работает следующим образом.

В предварительно подготовленную скважину 1 спускают фильтровую колонну 2 с каркасом фильтра 3 и дополнительного фильтра 4. Внутри фильтровой колонны 2 устанавливается вспо-

могательная колонна 5, а кольцевое пространство между ними герметизируется элементом 6 над верхними отверстиями 7 дополнительного фильтра 4.

Закачку частиц 8 гравия выбранного фракционного состава осуществляют в нисходящем потоке через кольцевое пространство 9 скважины 1 или через специальный распределительный узел. Скорости движения смеси в кольцевом пространстве 9 постепенно уменьшаются от максимальных значений в глухой части 10 над верхними отверстиями 7 дополнительного фильтра 4 до нуля у уровня уже намытого гравийного фильтра за счет перетекания жидкости через отверстия фильтров 4 и 3. За счет перетекания через фильтры 3 и 4 скорости движения нисходящего потока в кольцевом пространстве между фильтрами 3, 4 и вспомогательной колонной 5 возрастает от минимальных значений у уровня верхних отверстий 7 фильтра 3 до максимальных значений у уровня уже намытого гравийного фильтра. Скорости нисходящего потока в кольцевом пространстве 9 между фильтрами 3, 4 и вспомогательной колонной 5 выше, чем в кольцевом пространстве 9 между фильтрами 3, 4 и стенками скважины 1. С учетом потерь напора в фильтрах 3, 4 при перетекании жидкости из кольцевого пространства 9 скважины 1 внутрь фильтров 3 и 4 $\Delta P'$, перепад давления в кольцевом пространстве 9 ΔP составляет

$$\Delta P = \rho (\bar{U}_{\phi}^2 - \bar{U}_{3\phi}^2) - \Delta P'$$

где ρ - плотность жидкости-носителя;
 \bar{U}_{ϕ} - средняя скорость нисходящего потока внутри фильтров 3 и 4;

$\bar{U}_{3\phi}$ - средняя скорость нисходящего потока за фильтрами 3 и 4.

Разница давлений в кольцевом пространстве 9 за фильтрами 3 и 4 и внутри их обуславливает возникновение и поддержание между стенками скважины 1 и фильтрами 3 и 4 градиента давления, величина которого определяется из выражения

$$\text{grad } \bar{P} = \frac{\Delta P}{r} = 2 \frac{\rho (\bar{U}_{\phi}^2 - \bar{U}_{3\phi}^2) - \Delta P'}{D_c - D_{\phi}}$$

где D_c - диаметр скважины 1;

D_{ϕ} - наружный диаметр фильтров.

При попадании гравийных частиц 8 в зону влияния градиента давления на них начинает действовать сила градиента давления, способствующая смещению частиц 8 от стенок скважины 1 в направлении фильтров 3 и 4. Сила градиента давления определяется из выражения

$$F_g = \oint_S d \text{ grad } P \, dS = \pi d^3 \text{ grad } \bar{P},$$

где d - размер частицы гравия;

S - площадь Мидделевого сечения частицы крупностью d .

Сила сопротивления действует в направлении от фильтров 3 и 4 к стенкам скважины 1 и определяется по формуле

$$F_c = \psi \rho d^2 V_x^2,$$

где ψ - коэффициент сопротивления обтеканию;

ρ - плотность жидкости-носителя;

V_x - скорость перемещения частицы в направлении фильтровой колонны 2.

Учитывая, что сила градиента давления F_g пропорциональна кубу диаметра частиц 8, а сила сопротивления - их квадрату, можно утверждать, что с увеличением размера частиц 8 сила градиента давления растет быстрее, чем сила сопротивления. В этой связи наиболее крупные частицы 8 гравия быстрее смещаются к поверхности фильтров 3 и 4, чем более мелкие. Характер движения и распределения частиц 8 в поперечном сечении гравийного фильтра определяется уравнениями, полученными на основании решения дифференциальных уравнений движения частиц под влиянием сил градиента давления и сопротивления.

Расстояние, на которое частицы 8 гравия стремятся в направлении фильтров 3, 4 за время движения от верхних отверстий 7 до уже намытого слоя гравия, определяемого из уравнения Риттингера, зависит от величины градиента давления, размера частицы, плотности гравия и жидкости-носителя. Регулирование характеристик расслоения гравия по фракциям в поперечном сечении гравийного фильтра осуществляется в зависимости от конструкции скважины 1, гранулометрического состава песка и соответственно частиц 8 гравия, коэффициента неоднородности гравия, за счет выбора ра-

циональных скоростей движения нисходящего потока за и внутри фильтров 3 и 4. Регулировка скоростей потока за и внутри фильтров 3 и 4 осуществляется за счет сужения площади живого сечения потока за и внутри фильтров 3 и 4.

Учитывая, что в начальный момент закачки при $W=0$ (W - объем закаченного в скважину гравия), время движения частиц 8 гравия в поле градиента давления, определяемое с учетом уравнения Риттингера, максимальное, а в начальный момент закачки при соответствии W расчетным значениям - минимальное, то для поддержания постоянных характеристик фракционирования необходимо по мере намыва гравия 8 увеличивать градиент давления. Необходимое увеличение градиента давления обеспечивается путем увеличения разницы скоростей нисходящего потока за и внутри фильтров 3 и 4, определяемого из уравнения.

Учитывая, что градиент давления в кольцевом пространстве скважины определяется разницей скоростей движения нисходящего потока внутри фильтровой колонны и снаружи, получим необходимую разницу скоростей движения потока за и внутри фильтровой колонны, при которой поддерживаются градиенты давления в кольцевом пространстве скважины $\text{grad } P_{\text{мин}}$ и $\text{grad } P_{\text{макс}}$.

Для установки в кольцевом пространстве скважины градиента давления $\text{grad } P_{\text{мин}}$ необходима разность средних скоростей движения нисходящего потока за и внутри фильтра

$$D_{\text{в макс}} = \sqrt{D_{\text{ф}}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{\text{мин}} (D_{\text{с}} - D_{\text{ф}}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2 (D_{\text{с}}^2 - D_{\text{ф}}^2)} \right)^{-1/2}};$$

и максимальным диаметром у верхних

$$D_{\text{в макс}} = \sqrt{D_{\text{ф}}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{\text{макс}} (D_{\text{с}} - D_{\text{ф}}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2 (D_{\text{с}}^2 - D_{\text{ф}}^2)} \right)^{-1/2}};$$

Применение предложенного устройства для сооружения гравийного фильтра позволило повысить качество сооружаемого фильтра за счет фракционирования гравия в поперечном сечении обсыпки, при котором их размер постепенно уменьшался от каркаса фильтра в направлении стенок скважины. Полученное распределение частиц позволило снизить

$$U_{\text{зф макс}} = \frac{Q}{0,785(D_{\text{с}}^2 - D_{\text{ф}}^2)}; \quad \bar{U}_{\text{зф}} = 0,5 U_{\text{зф макс}};$$

$$\bar{U}_{\text{ф0}} = \sqrt{\bar{U}_{\text{зф}}^2 + \text{grad } P_{\text{мин}} \cdot r \cdot 0 \cdot S_{\rho}^{-1}};$$

$$U_{\text{ф макс0}} = 2\bar{U}_{\text{ф0}}.$$

Для установления в кольцевом пространстве скважины градиента давления $\text{grad } P_{\text{макс}}$ необходима разность средних скоростей движения нисходящего потока за и внутри фильтра

$$\bar{U}_{\text{фк}} = \sqrt{\bar{U}_{\text{зф}}^2 + \frac{\text{grad } P_{\text{макс}} \cdot r}{2 \cdot \rho}};$$

$$U_{\text{ф макс к}} = 2\bar{U}_{\text{ф}}.$$

Таким образом, средние скорости потока за и внутри фильтра должны изменяться в процессе закачки согласно условиям

$$W=0; \quad U_{\text{ф}} \in [0, U_{\text{ф макс0}}]; \quad U_{\text{зф}} \in [U_{\text{зф макс}}; 0];$$

$$W=W_{\text{расчетное}}; \quad U_{\text{ф}} \in [0; U_{\text{ф макс}}];$$

$$U_{\text{зф}} \in [U_{\text{зф макс}}; 0].$$

Учитывая, что средняя скорость движения нисходящего потока внутри фильтра определяется скоростью потока внутри фильтра на уровне поверхности уже намыва гравийного фильтра, а та, в свою очередь, зависит от площади сечения нисходящего потока, можно утверждать, что заданное изменение скоростей потока внутри фильтра обеспечивается за счет установки внутри фильтровой колонны вспомогательной колонны в виде усеченного конуса с минимальным диаметром у нижних отверстий основного фильтра

отверстий основного фильтра

гидравлическое сопротивление фильтров, повысить их суффозионную устойчивость по сравнению с многослойными фильтрами.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для сооружения гравийного фильтра в скважине, включающее

фильтровую колонну с размещенным на ней каркасом фильтра с отверстиями и дополнительным фильтром над последними, вспомогательную колонну, установленную внутри фильтровой колонны труб, и герметизирующий элемент между ними, отличающееся тем, что, с целью повышения качества

сооружаемого фильтра, вспомогательная колонна выполнена в виде усеченного конуса и имеет диаметр в верхнем и нижнем сечениях, соответствующих верхним и нижним отверстиям каркаса фильтра, определяемый по формуле

$$D_{в макс} = \sqrt{D_{\phi}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{макс} (D_c - D_{\phi}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2 (D_c^2 - D_{\phi}^2)} \right)^{1/2}}$$

$$D_{в мин} = \sqrt{D_{\phi}^2 - \frac{2Q}{\pi} \left(\frac{\text{grad } P_{мин} (D_c - D_{\phi}) + 2 \Delta P'}{2\rho} + \frac{16Q^2}{\pi^2 (D_c^2 - D_{\phi}^2)} \right)^{1/2}}$$

где $D_{в макс}$ и $D_{в мин}$ - максимальный и минимальный диаметры вспомогательной колонны у верхних и нижних отверстий каркаса фильтра соответственно;

D_{ϕ} - внутренний диаметр каркаса фильтра;

Q - производительность за качки;

D_c - диаметр скважины;

$\Delta P'$ - перепад давления на каркасе фильтра;

ρ - плотность жидкости-носителя;

$\text{grad } P_{макс}$ и $\text{grad } P_{мин}$ - максимальный и минимальный градиенты давления в кольцевом пространстве скважины между каркасом фильтра и стенками скважины,

которые выбраны из формулы

$$\text{grad } P_{макс} = \frac{\pi \rho d (Q+UF)^2}{36 \psi l^2 F^2} \text{ arch}^2 e^{\frac{6\psi r}{\pi d}};$$

$$\text{grad } P_{мин} = \frac{\pi \rho d (Q+UF)^2}{36 \psi (1+H)^2 F^2} \text{ arch}^2 e^{\frac{6\psi r}{\pi d}},$$

где d - размер частиц гравия;

U - гидравлическая крупность частиц, соответствующих диаметру d после расчетного n % отсева;

F - площадь поперечного сечения гравийного фильтра;

ψ - коэффициент сопротивления;

l - высота каркаса дополнительного фильтра;

r - расстояние между каркасом фильтра и стенками скважины;

H - высота от верхних отверстий каркаса основного фильтра до забоя,

а высота каркаса дополнительного фильтра выбрана из выражения

$$l = \frac{\pi d (Q+UF) \text{ arch} e^{\frac{6\psi r}{\pi d}}}{6\psi r \sqrt{\frac{\text{grad } P_{макс} \pi d}{\psi \rho}}}$$

Составитель Е. Молчанова

Редактор М. Бандура

Техред А. Кравчук

Корректор Н. Король

Заказ 6902/29

Тираж 514

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101