И.Ю.Найденко, Е.Е.Фомкина
Московская геолого-разведочная академия

УДК 532.5; 622.272; 622.775

К ВЫБОРУ МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СКВАЖИННОЙ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

Анализ перспективных объектов для сооружения противофильтрационных завес дает возможность сформулировать основные особенности их конструирования и условия для аналитического решения задач фильтрации. При решении задачи определяется гидродинамическая сетка движения потока, удельный приток растворов, высота фильтрационного потока перед завесой и после нее. Поставленная задача ламинарной плоскопараллельной фильтрации растворов со свободной поверхностью в безнапорном пласте через совершенную завесу контурно-линейного типа решается для двух режимов течения потока: свободного безнапорного и подтопленного. При решении используются уравнения материального баланса и неразрывности потока.

The analysis of the perspective objects for antifiltering screen construction gives the opportunity to formulate the main features of their design and conditions for analytical solution of the filtration problem. While dealing with the problem one should determine the hydrodynamic graticule of the stream direction, the specific inflow of solutions, the height of the filtering stream in front of the screen and behind it. The problem of the laminar, flat-parallel solution filtration and free surface in the pressureless seam through the perfect screen of the contour-line type is solved under the conditions of two regimes of the stream – free pressureless and forced.
The equations of the material balance and stream discontinuity are used in solving the problem mentioned.

Оптимальным местом заложения противофильтрационной завесы (ПФЗ) при любом методе ее сооружения являются борта карты складирования отходов. Однако, как правило, на уже действующих местах складирования отходов борта карты либо не имеют достаточной несущей способности, либо их геометрические параметры не позволяют надежно разместить на них технологическое оборудование (в данном случае самоходную буровую установку типа УРБ-3АМ или 1БА-15В).

Анализ перспективных объектов под сооружение ПФЗ с использованием технических средств скважинной гидромеханизации показывает, что все они находятся на достаточно пересеченной местности с перепадом высот от источника загрязнения – карты складирования (КС) – до защищаемого водоема около 10-15 м. Несмотря на то, что предлагаемая технология выгодно отличается от альтернативных именно своей мобильностью (менее громоздкое технологическое оборудование, не требующее большого объема планировочных земляных работ), в условиях сложнопересеченной местности расчетное место заложения ПФЗ должно быть скорректировано с реально возможным с помощью метода ЭГДА.

В этом случае решение задачи определения места заложения ПФЗ сводится к получению гидродинамической сетки движения потока, т.е. к построению на модели линий равного потенциала (напора), линий токов, и дальнейшему определению элементов фильтрационного потока. Разность потенциалов (напоров) ΔH выбирается в соответствии с разностью уровней источника загрязнения и защищаемого объекта.

В общем виде приток растворов, проходящий через единицу длины завесы,

$$Q_i = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(H_{0i}^2 - h_0^2\right)\right]k_0 k}{2\left[k\left(L_i + l_i\right)\cos\alpha + \delta k_0\right]},$$

где H_{0i} – высота фильтрационного потока на границах области питания (на противоположных бортах КС), м; h_{0i} – остаточная высота фильтрационного потока, м; α – угол залегания подстилающих пород, градусы; k_0 – коэффициент фильтрации покрывающего осадочного чехла, м/сутки; k – коэффициент фильтрации ПФЗ, м/сутки; δ – толщина ПФЗ, м; L_i – расстояние от зоны разгрузки до завесы, м; l_i – расстояние от ПФЗ до зоны разгрузки, м.

Высота фильтрационного потока перед ПФЗ

$$H_i = \sqrt{H_{0i} - \frac{kL_i\left(H_{0i}^2 - h_{0i}^2\right)}{k\left(L_i + l_i\right)\cos\alpha + k_0\delta}}$$

Высота фильтрационного потока сразу за ПФЗ

$$h = \sqrt{h_{0i}^2 + \frac{kL_i\left(H_{0i}^2 + h_{0i}^2\right)}{k\left[L_i + l_i\right]\cos\alpha + k_0\delta}}$$

Для определения положения депрессиальной кривой на внутренних участках массива необходимо использовать эту формулу с текущими вертикальными (y) и горизонтальными (x) координатами:

$$h = \sqrt{h_0^2 + \frac{kx\left(H_0^2 - h_0^2\right)}{k(L + x)\cos\alpha + k_0\delta}}$$

В частном случае при $x = 0$, $y = h_0$ получим остаточный уровень растворов; при $x = l$ и $y = h$ – уровень растворов за ПФЗ.

Решая задачу ламинарной плоскопараллельной фильтрации растворов со свободной поверхностью в безнапорном пласте через совершенную ПФЗ контурно-линейного типа, обладающую начальным градиентом фильтрации, примем, что фильтрационный поток, проходящий через завесу, состоит из двух зон: первая – свободный фильтрационный поток без напора; вторая – подтопленный поток.

При решении задачи используется уравнение материального баланса, которое в дифференциальной форме первого порядка имеет вид

$$\frac{dH_k}{dt} = \frac{k_2}{2\delta} \times \frac{(H_0 - i_0\delta)^2 - H_k^2}{a(1+\beta) + \frac{2UQH_k}{(H_k + H_2)^2}\left[H_k\left(1 + \frac{\beta}{3}\right) + H_2\left(1 + \frac{2\beta}{3}\right)\right]},$$

где H_2 и H_k – высота потока на выходе из ПФЗ-1 или ПФЗ-2 и на откосе КС соответственно; k_2 – коэффициент фильтрации материала ПФЗ; i_0 начальный градиент фильтрации материала завесы; U пористость за вычетом объема, занимаемого раствором; a – отношение площади зеркала КС к периметру (длине) ПФЗ-1; $\beta = k_2 \; 1/(k_1\delta)$

Из уравнения неразрывности потока

$$H_2 = \sqrt{\frac{\beta(H_0 - i_0\delta)^2 + H_k^2}{1+\beta}}$$

Гидродинамический контроль осуществляется по замерам до производства работ по созданию ПФЗ, после создания ПФЗ-1 и ПФЗ-2 и после окончания работ по созданию ПФЗ с периодичностью в один месяц.