

Результаты моделирования были дополнены исследованиями в натуральных условиях на шахте им. РККА ПО "Добропольеуголь". Было установлено, что производственная ситуация осложняется не только из-за необходимости перехода нарушения механизированным комплексом, но и из-за изменения состояния геомеханической системы. Исследования в различных горно-геологических условиях позволили типизировать проявления горного давления и формализовать основные ситуации в зоне разрывов. Это позволило классифицировать тектонические нарушения по способности аккумулировать упругую энергию при подходе очистных работ к дизъюнктиву. Расширение этой классификации позволит для различных горно-геологических условий разработать мероприятия, которые позволят разрядить энергию тектонических напряжений в массиве, либо путем проведения дополнительных мер создать энерговод для перемещения волны опорного давления в глубь угольного массива, с целью уменьшения пригрузки боковых пород и безаварийного перехода нарушений горными работами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление состоянием предельно напряженного породного массива малознергоемкими воздействиями / Булат А. Ф., Курносков А. Т., Русанцов Ю. А.; АН УССР, Ин-т геотехн. механики. - Киев: Наукова думка, 1993. - 175 с.

3. Структурные модели горного массива в механизме геомеханических процессов / Вылегжанин В. Н., Егоров П. В., Мурашов В. И. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. - 295 с.

УДК

Н.Н. Беляев, В.В. Ракуляк

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

Днепропетровская область характеризуется размещением в ней большого количества различных техногенных очагов загрязнения подземных вод (хвостохранилище, отстойники, свалки и т. д.). Проникновение загрязняющих веществ в водоносные горизонты вызывает сильное ухудшение качества

подземных вод, что создает угрозу питьевому водоснабжению сел, т. к. использование подземных источников для этой цели играет самую существенную роль. В работе рассматривается построение численной модели миграции загрязняющих веществ в подземных водах (плановая задача) от техногенных очагов загрязнения, имеющих сложную геометрическую форму (рис.1).

Для описания процесса миграции загрязнителей в подземных водах используется уравнение диффузии примеси, осредненное по глубине фильтрации потока h :

$$\bar{n} \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial u \varphi}{\partial x} + \frac{\partial v \varphi}{\partial y} + \sigma \varphi = \mu (\nabla^2 \varphi), \quad (1)$$

где $\bar{n}$ - эффективная пористость грунта; φ - концентрация загрязняющего вещества; u, v - компоненты вектора скорости фильтрационного потока; σ - коэффициент, учитывающий химическое разложение примеси; μ - коэффициент конвективной диффузии примеси.

Для уравнения (1) на границах расчетной области ставится условие $\partial \varphi / \partial \vec{n} = 0$, где $\vec{n}$ - вектор внешней нормали к границе.

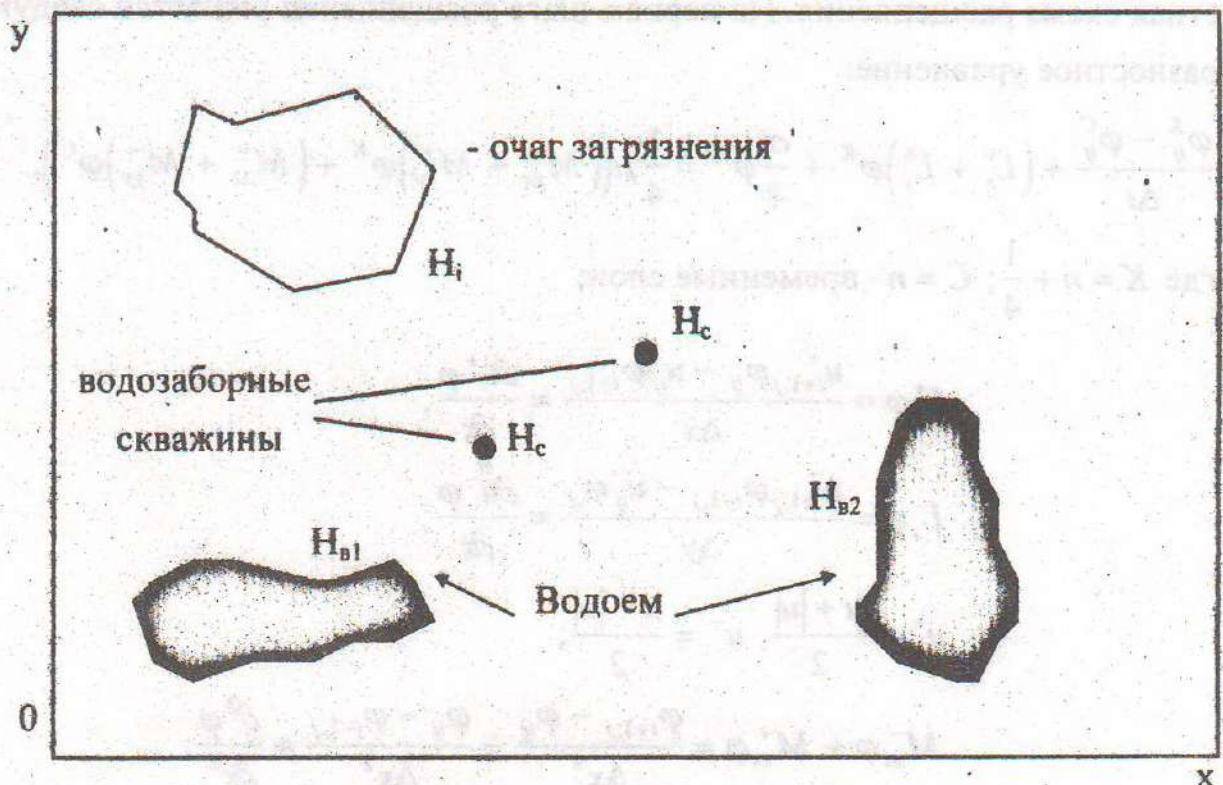


Рисунок 1 - Схема расчетной области

Для определения поля скорости фильтрационного потока необходимо

решить уравнение фильтрации

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial y} \right) = 0,$$

где $H = \frac{1}{h} \int_{z_1}^{z_2} \tilde{H}(x, y, z) dz$ - пьезометрический напор; K - коэффициент фильтрации; z_1, z_2 - нижняя и верхняя отметки водоносного слоя.

Скорость фильтрационного потока связана с величиной H - зависимостью:

$$u = -K \frac{\partial H}{\partial x}, \quad v = -K \frac{\partial H}{\partial y}. \quad (2)$$

Для уравнения фильтрации задается значение пьезометрического напора H на границах очагов загрязнения и водоемов. На границах расчетной области ставится условие $\partial H / \partial n = 0$.

Рассмотрим разностные схемы, используемые для численного решения уравнений модели. Расчетная область разбивается прямоугольной сеткой. Для численного интегрирования уравнения (1) используется неявная разностная схема расщепления. На первом шаге расщепления решается следующее разностное уравнение:

$$\frac{\varphi_{ij}^K - \varphi_{ij}^C}{\Delta t} + (L_x^+ + L_x^-) \varphi^K + \frac{\sigma}{4} \varphi^K = \frac{1}{4} \mu \left((M_{xx}^+ + M_{yy}^+) \varphi^K + (M_{xx}^- + M_{yy}^-) \varphi^C \right), \quad (3)$$

где $K = n + \frac{1}{4}$; $C = n$ - временные слои;

$$L_x^+ \varphi = \frac{u_{i+1,j}^+ \varphi_{ij} - u_{ij}^+ \varphi_{i-1,j}}{\Delta x} \approx \frac{\partial u^+ \varphi}{\partial x},$$

$$L_x^- \varphi = \frac{u_{i+1,j}^- \varphi_{i+1,j} - u_{ij}^- \varphi_{ij}}{\Delta y} \approx \frac{\partial u^- \varphi}{\partial x};$$

$$u^+ = \frac{u + |u|}{2}, \quad u^- = \frac{u - |u|}{2};$$

$$M_{xx}^- \varphi + M_{xx}^+ \varphi = \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{ij}}{\Delta x^2} - \frac{\varphi_{ij} - \varphi_{i-1,j}}{\Delta x^2} \approx \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2};$$

и т. д.

На втором шаге решается уравнение

$$\frac{\varphi_{ij}^K - \varphi_{ij}^C}{\Delta t} + (L_x^- + L_y^-) \varphi^K + \frac{\sigma}{4} \varphi^K = \frac{1}{4} \mu \left((M_{xx}^+ + M_{yy}^+) \varphi^C + (M_{xx}^- + M_{yy}^-) \varphi^K \right), \quad (4)$$

где $K = n + \frac{1}{2}$; $C = n + \frac{1}{4}$.

На третьем шаге решается уравнение (4), а на четвертом - уравнение (3). Для расчета поля величин пьезометрического напора H численно интегрируется уравнение вида

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial y} \right). \quad (5)$$

Разностная схема для уравнения (5) имеет вид

$$\frac{H_{ij}^{n+\frac{1}{2}} - H_{ij}^n}{\Delta t} = \frac{(L_{xx}^+ + L_{yy}^+) H_{ij}^{n+\frac{1}{2}} + (L_{xx}^- + L_{yy}^-) H_{ij}^n}{2},$$

$$\frac{H_{ij}^{n+1} - H_{ij}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} = \frac{(L_{xx}^- + L_{yy}^-) H_{ij}^{n+1} + (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) H_{ij}^{n+\frac{1}{2}}}{2},$$

где $L_{xx}^+ H = -(Kh)_{i-\frac{1}{2},j} \frac{(H_{ij} - H_{i-1,j})}{\Delta x^2}$, $L_{xx}^- H = (Kh)_{i+\frac{1}{2},j} \frac{(H_{i+1,j} - H_{ij})}{\Delta x^2}$.

Компоненты вектора скорости фильтрационного потока рассчитываются так

$$u_{ij} = -K \frac{(H_{ij} - H_{i-1,j})}{\Delta x}, \quad v_{ij} = -K \frac{(H_{ij} - H_{i,j-1})}{\Delta y}.$$

Рассмотренные разностные схемы являются абсолютно устойчивыми. Незвестные значения φ и H на каждом дробном шаге определяются по схеме бегущего счета.

Геометрическая форма очагов загрязнения, водоемов, расположенных в расчетной области, формируется в дискретной модели с помощью маркеров. Маркеры определяют также положение водозаборных скважин и пьезометрический напор в них.

1. Определяется поле напора H в расчетной области путем использования разностной схемы (5).

2. Задается положение водозаборных скважин и напор в них H_C и происходит расчет по схеме (5), с целью корректировки поля напора.

3. Рассчитывается поле скорости фильтрационного потока u , v .

4. Решается задача миграции примеси путем использования разностных

схем (3), (4).

Алгоритм решения задачи прогноза качества подземных вод реализован в виде специализированного комплекса задач, ориентированного на решение прикладных эколого-гидрогеологических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М.: Наука. - 1977. - 631 с.
2. Фрид Ж. Загрязнение подземных вод. Теория, методики моделирования и практические приемы. - М.: Недра, 1981. - 305 с.

УДК 622.235.5

Э.И. Ефремов, В.П. Мартыненко, В.Ф. Бедагов, К.В. Лотоус, Г.К. Быков

ВЫБОР ТИПА ВВ ПРИ ВЗРЫВАНИИ ГОРНЫХ ПОРОД С УЧЕТОМ ИХ ОБВОДНЕННОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Эффективность и безопасность взрывных работ в значительной степени зависит от свойств применяемых ВВ и условий взрывания – крепости горных пород, их трещиноватости и обводненности.

За последние годы произошли качественные изменения в ассортименте промышленных ВВ. При этом получили дальнейшее развитие гранулированные, водосодержащие, эмульсионные и суспензионные ВВ, новое решение находят простейшие ВВ на основе аммиачной селитры с добавками невзрывчатых компонентов, а также конверсионные ВМ, решая проблему дефицита ВВ при их использовании в различных гидрогеологических условиях.

Характерной особенностью крупных горнодобывающих предприятий типа Криворожских и Полтавского ГОКов является переход горных работ на большие глубины (глубина карьеров достигает 300 м и более), что предопределяет увеличение объемов крепких и обводненных горных пород.

Месторождение железистых кварцитов, разрабатываемое Полтавским ГОКом, расположено в пределах первой надпойменной террасы левобережья р. Днепр. Гидрогеологические условия карьера определяются наличием в кровле полезного ископаемого трех основных водоносных горизонтов.