

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СКВАЖИН ПРИ ОСУШЕНИИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

А.А. Воронин¹
Ю.В. Пономаренко²

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail:alevrmin@rambler.ru

² ОАО ВИОГЕМ
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Б. Хмельницкого, 86
E-mail:viogem@mail.belgorod.ru

Рассмотрена эффективность осушения бортов карьера системами горизонтальных дренажных скважин в зависимости от их расположения относительно простирания борта. Проанализирована эффективность осушения прибортового массива горных пород при двух предельных схемах заложения дренажных скважин. Рекомендуется дренажные скважины задавать под углом 50°–60° к простиранию борта.

Ключевые слова: система осушения, заградительный контур, горизонтальные дренажные скважины, предельные расчётные схемы, расположение скважин под углом.

Россия и большинство других горнодобывающих стран вошли в XXI век с необходимостью освоения глубоких высокообводненных месторождений полезных ископаемых. Отработка таких месторождений практически не осуществима без проведения масштабного комплекса дренажных мероприятий.

В сложных геолого-гидрогеологических условиях при разработке систем осушения открытых горных работ преимущественно применяют двухконтурные дренажные системы, которые включают внешний – заградительный контур и внутренний – для перехвата вод «проскока» на борт карьера.

Заградительный контур состоит из дискретно расположенных водопонижающих скважин располагаемых за внешней границей горных работ. В силу дискретного расположения скважин возникают условия для «проскока» подземных вод в горные выработки, который в реальной обстановке достигает 40–50% от общего притока к руднику.

В наиболее сложных гидрогеологических условиях применяют комбинированный способ осушения, включающий на стадии эксплуатации подземный дренажный комплекс со сквозными фильтрами и восстающими скважинами.

С целью снижения притока подземных вод к бортам карьера до допустимого уровня сооружается внутренний дренажный контур, в большинстве случаев представляющий систему горизонтальных дренажных скважин (ГДС), закладываемых в борт карьера у почвы основного водоносного горизонта.

В работе С.В. Кравчука [1] отмечается, что ГДС могут закладываться перпендикулярно или под некоторым углом к откосу, при этом подчеркивается, что угол заложения скважин к линии простирания откоса не оказывает заметного влияния на их дебит и величину высачивания воды на откосе, поэтому рекомендуется стремиться к заложению скважины нормально к откосу, что обеспечивает максимальную ширину зоны осушения.

В настоящее время последнее утверждение потеряло свою однозначность, поскольку буровые установки отечественного производства позволяют проходить горизонтальные скважины от 100 до 300 метров и обеспечивать необходимую ширину зоны осушения.

С целью изучения влияния угла заложения горизонтальной скважины к линии простирания откоса рассмотрены две предельные схемы заложения скважин (см. рис. 1).

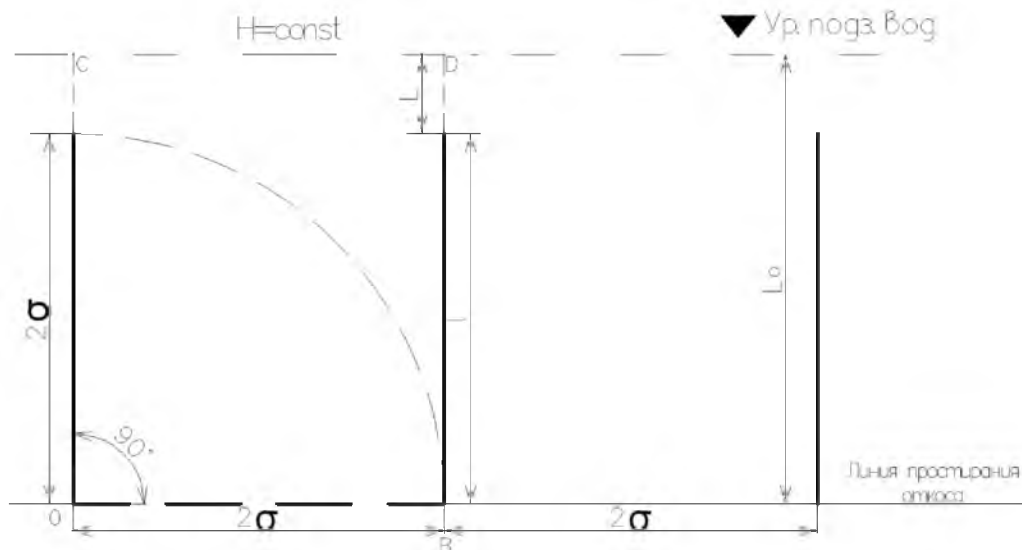


Рис. 1. Предельные схемы заложения горизонтальных дренажных скважин

OC и BD – направления бурения горизонтальных дренажных скважин нормально линии простирания борта карьера; OB – горизонтальная дренажная скважина, совмещенная с линией простирания борта; H – постоянный напор подземных вод на контуре питания; σ – половина расстояния между горизонтальными дренажными скважинами; l – длина горизонтальной скважины; L – расстояние от забоя скважины до контура питания; L_0 – расстояние от основания откоса до контура питания

Одна из них соответствует пласту – полосе теоретически неограниченной протяженности, на одной из границ которой выполняется условие $H=const$, вторая, совпадающая с линией простирания откоса, является водонепроницаемой. Горизонтальные скважины одинаковой длины заложены нормально линии простирания откоса на равном расстоянии между ними (2σ).

Для исследования выделим гидродинамически независимый фрагмент, ограниченный по длине контуром питания и линией простирания откоса; по ширине фрагмент ограничивают линии тока (OC и BD), проходящие через дренажные скважины.

Ширина фрагмента в этом случае равна 2σ и длина – ширине пласта – полосы.

Чтобы несколько упростить расчетную схему длина горизонтальных дренажных скважин принята равной расстоянию между ними - 2σ .

Для проведения вычислений и численного анализа результатов, параметры грунтового потока принимались следующими:

k – коэффициент фильтрации водоносных песков – 30 м/сут;

l – длина горизонтальной скважины – 55 м (принята с учетом длительности ее эксплуатации 2-3 года);

L – расстояние от забоя скважины до контура питания – 200 м;

L_0 – расстояние от основания откоса до контура питания – 255 м;

h_i – глубина потока на линии забоев скважин;

h_1 – допустимая высота участка высачивания – 0.01 м (уровень на устье горизонтальной скважины);

H – глубина потока на контуре питания – 11 м.

Приток к одной взаимодействующей скважине определялся по формуле приведенной в работе [1].

$$Q_c = kC(h_i^2 - h_1^2) \quad (1)$$

$$h_i = \sqrt{\frac{H + \frac{l}{\sigma} N h_1^2}{\frac{l}{\sigma} M + 1}} \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) значения коэффициентов C , N и M набираются по таблице в зависимости от отношения l/σ [1], в рассматриваемом случае равном 2. Они соответственно равны: $C = 1$; $N = 0.321$ и $M = 1.108$.

Глубина потока грунтовых вод на линии забоев горизонтальных скважин вычисляется по формуле (2) и равна 3.65 м.

Установившийся дебит одной взаимодействующей скважины согласно зависимости (1) составил 400.8 м³/сут. (16.7 м³/ч).

Чтобы перейти ко второй предельной схеме фильтрации горизонтальную скважину необходимо повернуть на 90° вокруг вертикальной оси до совпадения с линией простирания откоса ОВ. Дебит определяется как приток к горизонтальной дрене по известной формуле:

$$Q = 2k\sigma \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \quad (3)$$

при $h_1 = 0.01$ м, $Q = 200.4$ м³/сут (8.35 м³/ч).

Из выполненных расчетов следует, что максимальные притоки к горизонтальным скважинам соответствуют их нормальному положению к линии простирания откоса, когда их забои расположены наиболее близко к контуру питания и уменьшаются по мере удаления от него.

Итак, при заложении горизонтальных дренажных скважин перпендикулярно к линии простирания откоса, их дебит достигает максимальных значений.

Однако такое расположение скважины имеет и отрицательное значение, что объясняется совпадением направления скважин с линиями тока, и при этом расстояние от контура питания до откоса оказывается кратчайшим.

Учитывая, что фильтрационное сопротивление прибортового массива всегда меньше сопротивления дренажных скважин, это приводит к увеличению притока подземных вод к борту карьера и высоты высачивания.

Чтобы устранить отмеченный недостаток и повысить эффективность дренажного контура целесообразно перейти к заложению ГДС под некоторым углом (50-60) к линии простирания откоса, а чтобы не вызвать снижения их производительности и сохранить неизменным расстояние от забоев до контура питания, потребуется соответственно увеличить их протяженность. При этом устье каждой скважины предлагается смещать от проекции забоя предыдущей скважины (точка В) в сторону её устья (точка А), например на 1/3 расстояния между ними. (см. рис. 2)

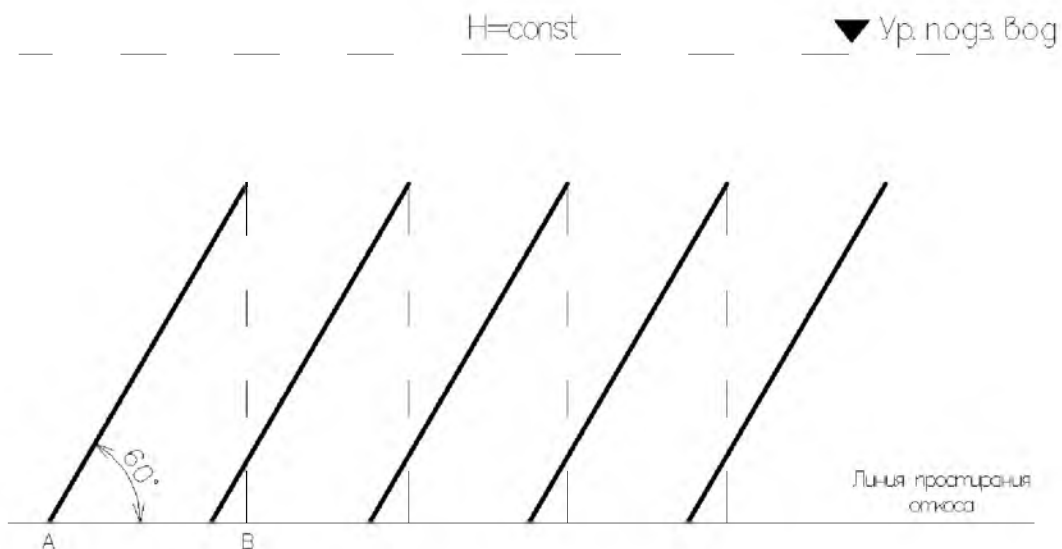


Рис. 2. Схема расположения горизонтальных дренажных скважин под углом к линии простирания откоса



При указанной схеме размещения ГДС создается эшелонированная система защиты от обводнения бортов карьеров. В ней поток грунтовых вод движется от контура питания: в начале встречает первую наклонную скважину, а затем – следующие, которые поглощают оставшуюся часть подземного потока. Кроме того путь фильтрации между скважинами значительно удлиняется, что также ведет к существенному снижению «проскока» подземных вод и величины их высачивания на откосе.

Список литературы

1. Кравчук С.В. Расчет систем горизонтальных дренажных скважин при защите бортов карьеров от подземных вод. – Белгород, ВИОГЕМ, 1969. – 79 с.
2. Альтовский М.Е., Абрамов С.К., Бабушкин В.Д. и др. Справочник гидрогеолога. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 617 с.

EFFICIENCY OF HORIZONTAL DRAINAGE BOREHOLES AT DEWATERING OF FLANKS OF OPEN-CAST MINES

A.A. Voronin¹

U.V. Ponomarenko²

¹Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: alevrmin@rambler.ru

²ОАО ВИОГЕМ
В. Khmel'nitsky St. 86, Belgorod,
308007, Russia
E-mail: viogem@mail.belgorod.ru

Efficiency of drainage of flanks of an open pit by systems of horizontal drainage wells depending on their location relative to a flank extension is considered. Efficiency of rock massif drainage near the flank with two limiting schemes of laying of drainage wells is analyzed. It is recommended to set drainage wells at an angle to the flank extension.

Key words: drainage system, a protecting contour, horizontal drainage boreholes, limiting calculation schemes, wells laying at an angle.