

О ДРЕНАЖЕ ЛЕБЕДИНСКОГО КАРЬЕРА КМА

В. А. Мироненко, Ю. А. Норватов

Лебединское месторождение относится к Старо-Оскольской группе железорудных месторождений КМА. В районе месторождения развиты докембрийские кристаллические породы, перекрытые осадочными отложениями палеозойского и мезо-кайнозойского возраста (рис. 1). Железные руды приурочены к верхней части докембрийских кристаллических образований и залегают на глубине 60—120 м. Вскрышная толща представлена (снизу — вверх): верхнеюрскими песчаными, местами пылеватыми, глинами и глинистыми песками (мощность 0,5—25 м), апт-альбскими песками (мощность 20—35 м), мергельно-меловыми породами сантон-коньяк-туронского возраста (мощность 5—60 м) и четвертичными лёссовидными суглинками (мощность 10—20 м).

В районе месторождения развиты два водоносных горизонта — безнапорный, связанный с апт-альбскими песками и мергельно-меловыми породами, и напорный, приуроченный к трещиноватым кристаллическим породам докембрия. Мощность апт-альбского водоносного горизонта в районе месторождения порядка 50 м. Коэффициент фильтрации, по данным опытных откачек, 2—24 м/сутки. Отметки пьезометрических уровней рудно-кристаллического и безнапорного горизонтов совпадают, что свидетельствует о гидравлической связи между ними. Коэффициент фильтрации рудно-кристаллического горизонта в среднем 0,5 м/сутки.

Горные работы и проект осушения. В период строительства карьера отработка вскрышных пород до уровня подземных вод производится экскаваторами ЭКГ-4 и гидромониторами. Обводненные апт-альбские пески обрабатываются плавучими земснарядами, а юрские глины — гидромониторами и экскаваторами ЭКГ-4. В период эксплуатации карьера вскрышные работы проводятся экскаваторами ЭКГ-4, ЭШ-14/75 и роторными экскаваторами.

Основные проектные положения по осушению сводятся к следующему.

1. Перед проходкой разрезной траншеи снижают уровень подземных вод до подошвы мергельно-меловой толщи с помощью контурной установки водопонижительных скважин.

2. При разработке песков земснарядами дренаж осуществляют кольцом водопонижительных скважин, расположенных в 30—40 м друг от друга. Эта контурная система создает обратную фильтрацию из котлована земснарядов к скважинам. Необходимость такого водопонижения мотивирована опасениями нарушения устойчивости откосов в результате суффозии из песков.

3. Дренаж рудной толщи осуществляют теми же водопонижительными скважинами. Кроме того, для снижения напоров в рудной толще проходят диагональный ряд водопонижительных скважин.

4. К моменту откачки остаточного озера в котловане земснарядов водопонижительные скважины контурной установки переоборудуют

в сквозные фильтры, пройденные на дренажные штреки. Расстояние между фильтрами 30—40 м. Дренажные штреки, пройденные по кристаллическим породам, оконтуривают карьер со стороны нерабочего и рабочего бортов. Кроме того, проходят диагональный дренажный штрек со сквозными фильтрами, переоборудованными из водопонизительных скважин. В дальнейшем, с ростом карьера, кольцо дренажных штреков расширяют со стороны рабочего борта. Общая длина штреков порядка 14 км.

Со стороны нерабочего борта профильтровавшаяся между фильтрами вода принимается горизонтальным прибортовым дренажем, а со стороны рабочего борта — легкими иглофильтровыми установками.

Строительство карьера начато в конце 1957 г. В настоящее время введена в эксплуатацию первая очередь карьера. Опыт первых лет ра-

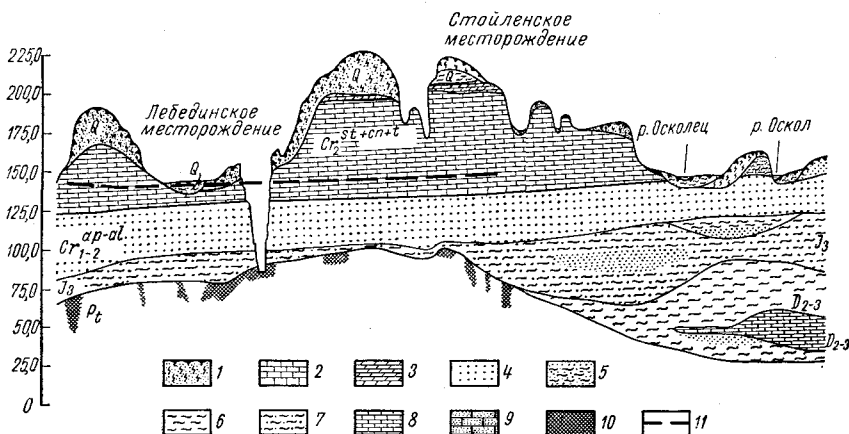


Рис. 1. Схематический разрез надрудной толщи Лебединского и Стойленского месторождений.

1 — почвенно-растительный слой и суглинок; 2 — мел; 3 — мергель; 4 — песок; 5 — песок глинистый; 6 — глина; 7 — глина песчаная; 8 — известняк; 9 — песчаник; 10 — железная руда; 11 — статический уровень апт-альбского горизонта.

боты дренажных средств в период строительства и эксплуатации карьера внес существенные коррективы в первоначальные проектные положения.

Остановимся на вопросах, связанных главным образом с осуществлением апт-альбского водоносного горизонта, определяющего принципиальную схему осушения карьеров типа Лебединского, т. е. карьеров с горизонтальным залеганием водоносных горизонтов, представленных рыхлыми песчаными породами.

Условия питания апт-альбского горизонта. В пределах района апт-альбский водоносный горизонт распространен повсеместно. Водоносные породы представлены трещиноватыми мелями — в верхней части горизонта, средне- и мелкозернистыми песками — в средней, гравелистыми песками — в нижней. Пески выходят на поверхность в 30—35 км севернее месторождения. Питание водоносного горизонта осуществляется в основном путем инфильтрации атмосферных осадков и талых вод по многочисленным балкам и оврагам. Область разгрузки горизонта — долина р. Оскол, протекающей в 15 км к востоку от месторождения, а также долина р. Осколец. Исходя из этого, апт-альбский горизонт с гидромеханической точки зрения следует рассматривать как пласт с двумя фиксированными границами (р. Оскол, где задан постоянный напор, и участки выхода пласта на поверхность, где задан постоянный расход) с дополнительным питанием по всей площади распространения.

При составлении проекта осушения за границу пласта с постоянным напором принята р. Осколец, протекающая вдоль северной границы

месторождения. Однако такая расчетная схема принципиально неверна, так как русло реки сложено слабопроницаемыми породами (пойменными суглинками). При водопонижении депрессионная поверхность «отрывается» от подошвы этих отложений, и происходит лишь подпитывание горизонта за счет инфильтрации из реки, поэтому считать напор на контуре реки постоянным невозможно.

В процессе водопонижения влияние границ пласта (вследствие их большой удаленности) на величину водопритоков практически не сказывается в течение длительного времени [1]

$$t_0 = \frac{L^2}{\pi a}, \quad (1)$$

где L — расстояние до границы;
 a — коэффициент уровнепроводности.

Расчет по формуле (1) показывает, что влияние ближайшей границы (р. Оскол) на величину водопритоков скажется лишь через 16 лет от начала водопонижения на карьере, а дальней границы — через 60 лет.

Таким образом, в период строительства и значительного времени эксплуатации карьера водопритоки к нему следует рассчитывать по зависимости для неустановившегося режима фильтрации в условиях бесконечного пласта. При расчете должно быть учтено наличие естественного потока подземных вод (с северо-запада на юго-восток с уклоном 0,0005—0,001), определяющего неравномерность притоков по периметру карьера, а также дополнительное подпитывание из р. Осколец.

Проверка расчетных фильтрационных характеристик апт-альбского горизонта. Расчетные фильтрационные характеристики, полученные в результате опытных откачек, можно уточнить по данным первых этапов эксплуатационного водопонижения на карьере.

В связи с вертикальной анизотропией апт-альбского горизонта при расчете водопритоков в расчетные зависимости необходимо вводить усредненный коэффициент фильтрации. Для определения его используем фактические данные водопонижительных работ на 1 января 1962 г. Водопритоки к карьере Q на этот момент составили $3300 \text{ м}^3/\text{ч}$; средний радиус водопонижительного контура $r_0 = 700 \text{ м}$, средний уровень на контуре $h_0 = 13 \text{ м}$. Размеры области депрессии характеризовались средним радиусом 7000 м (по карте гидроизогипс). Средний уровень подземных вод на границе области депрессии $h = 50 \text{ м}$. Инфильтрация из реки, по данным непосредственных замеров, около $600 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Как показывают наблюдения, область депрессии вокруг карьера за 1961—1962 гг. увеличивалась медленно, поэтому в первом приближении можно считать, что водопритоки к карьере на этом этапе определяются формулой Дюпюи.

Исходя из приведенных данных, получаем усредненный коэффициент фильтрации $k = 23 \text{ м/сутки}$. Так как фильтрующая толща неоднородна по вертикали, k зависит от величины понижения уровня подземных вод. Расчеты по картам гидроизогипс позволяют рекомендовать $k = 12 \text{ м/сутки}$ при понижении уровня подземных вод до 10 м ; 18 м/сутки — при понижении от 20 до 35 м ; 23 м/сутки — при понижении более 35 м .

Для неустановившегося режима фильтрации важной характеристикой является также коэффициент уровнепроводности a . На первых этапах строительства карьера (на конец 1960 г.): $Q = 2500 \text{ м}^3/\text{ч}$; $h = 50 \text{ м}$; $h_0 = 13 \text{ м}$; $r_0 = 500 \text{ м}$; $t = 1000 \text{ сутки}$; $k = 23 \text{ м/сутки}$.

По формуле

$$Q = \frac{1,37 k (h^2 - h_0^2)}{\lg \frac{\sqrt{\pi a t} + r_0}{r_0}}. \quad (2)$$

получаем $a = 1,2 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{сутки}$.

С другой стороны [1],

$$a = \frac{kh_{\text{ср}}}{\mu}, \quad (3)$$

где $h_{\text{ср}}$ — средняя мощность потока подземных вод;

μ — водоотдача пород горизонта.

Отсюда $\mu = 0,05$ и характеризует свойства пород, в которых развивается депрессионная поверхность, т. е. в основном свойства мергельно-меловой толщ.

Расчет водопритоков к карьеру. В связи с наличием естественного потока подземных вод водопритоки по периметру карьера неравномерны. Поэтому изменение водопритоков во времени целесообразно рассчитывать по отдельным участкам, используя сетку движения фильтрационного потока и метод недеформируемых линий тока [4]. Так как влияние границ пласта на характер фильтрации скажется лишь через значительный промежуток времени, на ранних стадиях водопонижения положение линий тока определяется конфигурацией гидроизогипс естественного потока, а также формой контура стока. В подобных условиях ленты тока можно строить, принимая за внешнюю границу с постоянным напором какую-либо удаленную гидроизогипсу естественного потока. Рассчитывать водопритоки по построенным таким образом лентам тока следует только до тех пор, пока расход не зависит от уровня на выбранной гидроизогипсе, т. е. в течение времени

$$t \leq t_y = \frac{L_{\text{дл}}^2}{\pi a},$$

где $L_{\text{дл}}$ — расстояние по ленте тока от области стока до выбранной гидроизогипсы.

При $t > t_y$ ленты строят с учетом более удаленной от карьера гидроизогипсы. Ленты тока строят с помощью моделирования на приборе ЭГДА [4].

На конец 1959 г. по расчету $Q = 3210 \text{ м}^3/\text{ч}$, фактически, по данным карьерного водоотлива, $Q = 3600 \text{ м}^3/\text{ч}$. Если учесть дополнительное подпитывание из р. Осколец ($600 \text{ м}^3/\text{ч}$), ошибка в определении суммарного водопритока к карьеру в данном случае 5%. Распределение притоков к карьеру на различные годы эксплуатации приведено в таблице.

Распределение притоков к Лебединскому карьеру *

Время с начала водопонижения (с 1957 г.), лет	Расчетный радиус карьера, м	Общий приток к карьеру, м ³ /ч	Удельные притоки по участкам (бортам) карьера, м ³ /ч на 1 пог. м			
			Север	Запад	Юг	Восток
3	500	3200	1,10	1,00	0,90	0,90
6	1000	3900	0,80	0,65	0,45	0,50
10	1500	4400	0,60	0,47	0,32	0,37
20 (конец отработки)	2000	3000	0,40	0,31	0,21	0,25

* С учетом новых очередей карьера, в том числе и Южно-Лебединской.

Влияние вод рудно-кристаллической толщи на обводнение карьера. Подземные воды в породах докембрия приурочены к отдельным, нередко изолированным друг от друга зонам повышенной трещиноватости или отдельным трещинам, о чем свидетельствует локальный характер водопритоков.

токов из рудно-кристаллической толщи при ее вскрытии и резко различный дебит водопонижительных скважин, пройденных на этот горизонт. Изолированность зон и трещин подтверждается незакономерными колебаниями уровней: при расстоянии между наблюдательными скважинами 3—4 м, разница уровней в них достигает 2—3 м. Поэтому расчет водопритоков, а тем более уровней для рудно-кристаллического горизонта носил бы приближенный характер. Отметим только, что водопритоки, поступающие в карьер за счет этого горизонта, невелики (20—30 м³/ч).

Влияние подземных вод на устойчивость бортов карьеров. Как фактор, влияющий на устойчивость бортов карьера, подземные воды изменяют напряженное состояние пород в откосах (гидростатическое и гидродинамическое давление), вызывают фильтрационные деформации откосов и изменяют механические свойства глинистых пород.

Роль гидростатических и гидродинамических сил и фильтрационных деформаций подробно рассмотрена ранее [3]. Здесь приводятся лишь основные выводы для условий Лебединского карьера.

1. Влияние гидростатических и гидродинамических сил на общую устойчивость борта наиболее существенно в период работы плавучих земснарядов: допустимый угол откоса уменьшается на 5—8°.

2. В период эксплуатации карьера общая устойчивость бортов мало зависит от степени сдренированности пород: расхождение коэффициентов запаса устойчивости при открытом водоотливе и в условиях работы загрядительного дренажа не превышает 1—2%.

3. Основным видом фильтрационных деформаций является оплывание апт-альбских песков; в ожелезненных цементированных разностях песков возможен фильтрационный вынос вдоль трещин. Для борьбы с этими явлениями необходимы специальные мероприятия.

Остановимся на влиянии подземных вод на механические свойства юрских глинистых пород. Выемка пород в процессе вскрытия карьера приводит к уменьшению давления на пласт юрских глин, в результате чего в них появляется тенденция к набуханию-разуплотнению, а следовательно, и к уменьшению сопротивления сдвигу. Как показывают испытания, интенсивное разупрочнение юрских глинистых пород происходит при нормальных нагрузках, не превышающих 0,5 кг/см², что соответствует глубине 3—7 м (от поверхности откоса). На глубинах, превышающих указанные, прочностные свойства глин остаются практически неизменными. Поэтому разупрочнение глинистых пород в результате набухания следует учитывать лишь при оценке устойчивости отдельных уступов, сложенных этими породами.

При этом набухание-разупрочнение не может быть предотвращено средствами глубинного дренажа, так как при горизонтальном залегании пород часть подземных вод неизбежно профильтруется к откосу. Поэтому единственно возможным способом частичного или полного устранения набухания глин является пригрузка их слоем песка или другого фильтрующего материала.

Рекомендуемые схемы осушения Лебединского карьера. Как следует из изложенного, гидрогеологические условия Лебединского карьера характеризуются: 1) большими притоками к карьере, обусловленными значительными статическими запасами вод апт-альбского горизонта; 2) существенным влиянием подземных вод на устойчивость бортов карьера (возможность развития фильтрационных деформаций типа оплывания); 3) незначительными притоками из рудно-кристаллической толщи.

Задачами дренажных мероприятий на Лебединском карьере являются: устранение значительных водопритоков из апт-альбского горизонта к экскаваторным забоям, ликвидация фильтрационных деформаций на нерабочем борту и ограничение их на рабочем, устранение дополнительного увлажнения руды.

Рассмотрим принципиальные схемы осушения, обеспечивающие решение этих задач.

Дренаж карьера в период строительства. 1. При вскрытии и отработке мергельно-меловой толщи экскаваторами необходимо снизить уровень подземных вод ниже отметки дна разрезной траншеи. Это должно обеспечить нормальную работу вскрышного и транспортного оборудования. Как показывает расчет по формуле (2), такое снижение может быть достигнуто за два месяца контурной установкой водопонижительных скважин, оборудованных насосами АТН-10 при радиусе установки 250 м и расстояниях между скважинами 60—70 м.

На Лебединском карьере проходка разрезной траншеи под котлован земснарядов осуществлялась под защитой установки, состоящей из 45 водопонижительных скважин. Для достижения необходимого понижения скважины работали в течение шести месяцев, так как многие из них были неоправданно удалены от разрезной траншеи (около 500 м) и расположены не по окружности, а по полукольцевому контуру, разомкнутому с юга и запада.

2. В период работы земснарядов дренаж апт-альбских песков можно осуществить открытым водоотливом из котлована земснарядов при соблюдении следующих условий [3]: а) угол откоса песков не выше 26° — 28° ; на участках, где сцементированные пески держат слишком крутой угол (35° — 40° и более), следует предусмотреть обрушение подводной части уступа с помощью плавучей гидромониторной установки; б) скорость систематического снижения уровня воды в котловане не больше 0,25—0,3 м/сутки; для единичных случаев допускаются колебания уровней до 1—2 м/сутки; в) очаги интенсивной фильтрации вдоль трещин пригружены гравием или щебнем; г) на особо ответственных участках (например, северном борту, где карьер близко подходит к р. Осколец) работают редкие водопонижительные скважины.

Все перечисленные требования не вносят каких-либо существенных осложнений в процесс вскрышных работ.

При откачке остаточного озера в котловане земснарядов длина языков оплывания превысит 60—80 м; поэтому к моменту откачки необходимо включение заградительного дренажа. Как показывает расчет времени включения скважин заградительного контура [4], при сохранении скорости снижения уровня воды в котловане 0,25 м/сутки необходимо ввести скважины в работу за 15 суток до начала откачки.

Широкое применение открытого водоотлива при работе земснарядов сводит до минимума дренажные мероприятия и позволяет добиться значительной экономии средств. Фактически при разработке апт-альбских песков земснарядами на первой очереди Лебединского карьера открытым водоотливом забиралось до 40 % всего притока к котловану, а на второй очереди — более 50 %.

3. Как показал опыт работы карьера, рудную толщу с малыми статическими запасами подземных вод можно вскрывать без предварительного дренажа.

Напоры в рудной толще в период строительства карьера срабатывались почти синхронно с понижением уровня апт-альбского горизонта, что обусловлено гидравлической связью между горизонтами. При вскрытии рудной толщи отмечены грифоны воды, которые быстро истощались. В дальнейшем водоприитоки из руды снизились до ничтожно малых величин (отдельные источники с расходом менее 3 м³/ч).

Дренаж карьера в период эксплуатации. Дренаж нерабочего борта карьера имеет целью обеспечить устойчивость откосов. Согласно расчету (см. таблицу), удельные водоприитоки к Лебединскому карьеру через 3 года с начала водопонижения составляют 20—25 м³/сутки на 1 пог. м откоса. При таких водоприитоках языки оплывания песков

достигнут недопустимых размеров. Эффективным средством устранения фильтрационных деформаций на нерабочем борту являются горизонтальные скважины, задаваемые из карьера в глубь откоса. Расчет по соответствующим формулам [2] показывает, что при внешнем удельном притоке $q_{вн} = 20 \text{ м}^3/\text{сутки}$ на 1 пог. м борта, длине горизонтальных скважин $l = 50 \text{ м}$ и расстоянии между ними $\sigma = 50 \text{ м}$ на 1 пог. м откоса поступает расход q_0 , не превышающий $1,65 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (рис. 2).

Этот приток может быть принят горизонтальным прибортовым дренажем (дренажная призма, приуроченная к водопримной канаве). Пара-

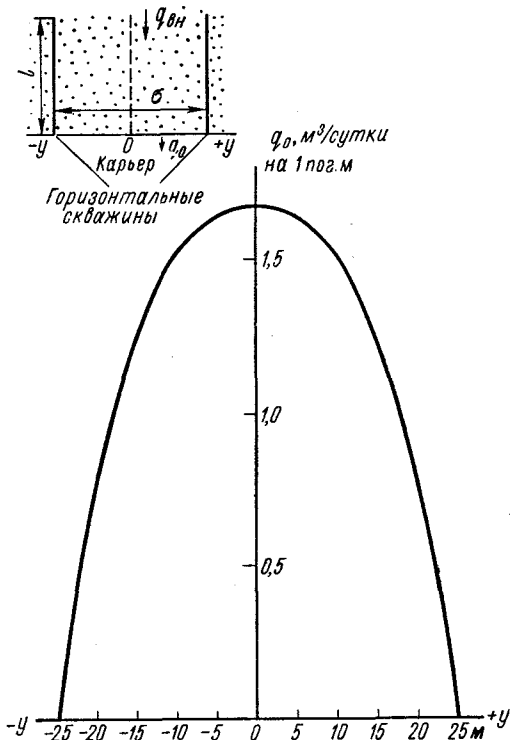


Рис. 2. Распределение удельных водоприток к откосу при работе горизонтальных скважин.

метры пригрузочной призмы определяются в зависимости от материала призмы и внешнего притока [4]. Такая схема, с точки зрения устойчивости нижележащих юрских глин, не менее эффективна, чем подземная система осушения. Эта схема дренажа нерабочего борта с успехом могла бы заменить на Лебединском карьере подземную систему осушения. При меньших эксплуатационных затратах она к тому же сокращает в несколько раз капитальные расходы на дренажные сооружения. Первое опытно-промышленное опробование горизонтальных скважин на нерабочем борту Лебединского карьера уже дало положительные результаты.

Дренаж рабочего борта карьера должен обеспечить нормальные условия работы вскрышного и транспортного оборудования, а также гарантировать устойчивость борта. Сооруженная на первой очереди Лебединского карьера подземная система осушения (дренажный штрек со сквозными фильтрами) полностью решила эти задачи. Однако

технико-экономическое сравнение подземного дренажа и дренажа водопонизительными скважинами, проведенное институтом «Фундамент-проект» для Стойленского карьера, условия которого полностью аналогичны Лебединскому, показало, что общие затраты (капитальные и эксплуатационные) по второму варианту меньше, чем по первому. Расчет проведен для среднего расстояния между водопонизительными скважинами 40—60 м. Как показывает фильтрационный расчет, это расстояние может быть увеличено до 120 м и более, поэтому общая стоимость системы водопонизительных скважин оказывается ниже стоимости подземной системы осушения на 20—30%. Кроме того, скважинная система позволяет быстро учитывать изменение условий дренирования в процессе эксплуатации. В связи с падением удельных водоприток во времени возможно постепенное отключение скважин (сокращение числа работающих насосов), что создает значительные резервы снижения стоимости эксплуатации системы водопонизительных скважин.

При обосновании расстояния между скважинами заградительного контура необходимо учитывать неустановившийся режим фильтрации

и неравномерность распределения водопритоков по различным участкам карьера (см. таблицу). Расчет участка водопонизительного контура на каждый характерный момент времени t_i осуществляется в следующей последовательности.

1. По видоизмененной формуле Романова [4], задаваясь расстояниями между скважинами σ , строим график (рис. 3, а) изменения расхода скважины (при данном внешнем водопритоке на момент t_i) в зависимости от величины приведенных расстояний от ряда до карьера $\bar{l}_2$

$$Q_{\text{скв}} = f_1(\sigma, \bar{l}_2).$$

2. Строим график (рис. 3, б) зависимости удельного (на 1 пог. м длины ряда) приведенного расхода потока, пропущенного рядом $\bar{q}_0$ от

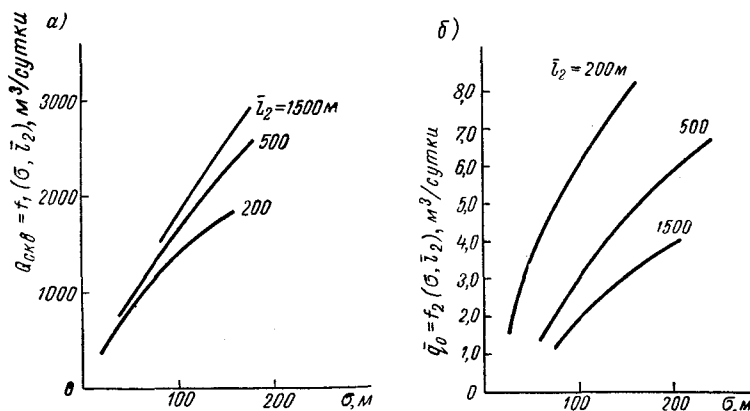


Рис. 3. Расчет расстояния между скважинами ряда σ и дебита скважины $Q_{\text{скв}}$ при внешнем удельном притоке к ряду $20 \text{ м}^3/\text{сутки}$ на 1 пог. м и диаметре скважины $0,2 \text{ м}$. а — зависимость дебита скважины от расстояния σ и приведенного расстояния от карьера до ряда $\bar{l}_2 = l_{2\text{действ}}$ ($l_{2\text{действ}}$ — расстояние от карьера до ряда по ленте тока); б — зависимость приведенного к ширине B_p удельного расхода $\bar{q}_0$ от расстояний σ и $\bar{l}_2$.

расстояния между скважинами σ для нескольких значений приведенного расстояния от ряда до карьера $\bar{l}_2$: $\bar{q}_0 = f_2(\sigma, \bar{l}_2)$, для чего используем ранее построенный график $Q_{\text{скв}} = f_1(\sigma, \bar{l}_2)$.

3. Задаваясь допустимым значением длины языка оплывания, по методике В. М. Шестакова [4] определяем величину допустимого значения удельного расхода, выходящего на откос q_0 и приводим его к длине дренажного контура

$$\bar{q}_0 = q_0 \frac{B_K}{B_p}, \quad (4)$$

где B_p и B_K — ширина ленты на контуре дренажного ряда и котлована; $\bar{q}_0$ — удельный расход, приведенный к ширине B_p .

4. В зависимости от принятой величины приведенного расстояния $\bar{l}_2$ и удельного расхода $\bar{q}_0$ по графику $\bar{q}_0 = f_2(\sigma, \bar{l}_2)$ определяем требуемое расстояние между скважинами σ .

5. По графику $Q_{\text{скв}} = f_1(\sigma, \bar{l}_2)$ определяем дебит скважины, отвечающий величинам σ и $\bar{l}_2$.

Таким образом, исходя из графика горных работ, можно рассчитать оптимальные параметры дренажного контура на любой период.

Расчеты и опыт эксплуатации карьера приводят к следующим выводам о параметрах дренажной системы.

1. Минимальное расстояние l_2 от внутреннего контура до внешнего должно быть не менее 200 м. В противном случае «проскок» между скважинами резко возрастает.

2. Первоначальная (максимальная) величина l_2 должна составлять 1200—1500 м. При больших l_2 эффективность водопонижения падает.

3. Минимальное расстояние между скважинами должно быть 60—80 м. Более частое расположение скважин целесообразно лишь на участках, где производительность скважин существенно понижена (например, вследствие колюматации фильтров).

4. Допустимое расстояние между скважинами σ существенно зависит от положения участка контура, к которому они приурочены, а также от расстояния l_2 . На некоторых этапах σ может достигать 200—300 м. При выборе σ необходимо соблюдать условие $Q_{\text{скв}} \leq Q_{\text{вз}}$, где $Q_{\text{вз}}$ — водозахватная способность скважин, составляющая по наблюдениям около 80—100 м³/ч.

Таким образом, в соответствии с изложенным способом расчета и опытом эксплуатации системы осушения, число скважин, работающих на различных этапах дренажа, можно изменять.

5. Подземные воды, пропущенные внешним дренажным контуром, целесообразно принимать самотечной канавой. Канаву проходят в основании толщ песков по «недобору». Шаг переноски канав в процессе продвижения борта определяют в зависимости от величины недобора. Как показал опыт водопонижения на Лебединском карьере, такая система экономически более выгодна и эффективна, чем система иглофильтровых установок.

Осушение руды является на карьере актуальным вопросом, так как величина влажности железных руд существенно сказывается на стоимости их обработки. При решении его следует исходить из того, что полускальные разности руд отдают воду примерно одинаково при глубинном дренаже и при открытом водоотливе; глинистые же разности практически не меняют влажности при дренаже обычными средствами осушения. В связи с этим при дренаже рудной толщи следует ориентироваться на открытый водоотлив и лишь на участках повышенной обводненности применять водопонизительные скважины, проходимые со дна или нижнего уступа карьера. Особое внимание необходимо обратить на правильную организацию отвода подземных вод, поступающих на добычные уступы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В е р и г и н Н. Н. Движение грунтовых вод вблизи водохранилищ, каналов подпорных бьефов и методы расчета подпора и потерь на фильтрацию. Тр. ВОДГЕО (юбилейный сборник), Госстройиздат, 1958.

2. М и р о н е н к о В. А. О применении горизонтальных скважин при дренировании карьеров. Тр. ВНИМИ, сб. XLVII, 1962.

3. М и р о н е н к о В. А. К вопросу об устойчивости обводненных песчаных откосов на карьерах КМА. Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка, 1962, № 7.

4. Ш е с т а к о в В. М., П а в л о в с к а я Л. Н. Методические указания по фильтрационным расчетам водопонизительных установок. Госэнергоиздат, 1961.