

## СЕКЦІЯ 1. ПРОБЛЕМИ ГІРНИЦТВА ОЧИМА СТУДЕНТІВ

---

УДК 622.536

### СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ПРИТОКОВ ВОДЫ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Бессараб М.В. – (КИИ ДонНТУ)  
научный руководитель – Носач А.К.

*В статье рассматриваются источники и способы снижения объема притоков воды в горные выработки.*

*Ключевые слова: горные выработки, водопритоки, обводненность, дренаж, барраж, тампонаж, вакуумное водопонижение.*

Основными факторами, влияющими на обводненность горных работ, является литология и тектоника угленосных пород. При разработке месторождений твердых полезных ископаемых находящихся в сложных гидрогеологических условиях, нарушается естественный режим подземных вод, усиливаются водопритоки в горные выработки, образуются обширные депрессионные воронки, снижается безопасность проведения горных работ и эффективность добычи полезных ископаемых. Водопритоки зависят от природных и горно-технологических факторов. К числу природных факторов относят особенности геологического строения и гидрогеологических условий участков развития горных работ (литологическая разнородность массива горных пород, число водоносных горизонтов, их фильтрационные свойства, взаимосвязь и др.). [1]

При разработке месторождений интенсивность водоприток в горные выработки зависит от условий питания и фильтрационных свойств вскрытых водоносных горизонтов. В подземные выработки основной объем подземных вод поступает при ведении очистных работ, хотя водопритоки отчасти формируются и при проходке подготовительных и капитальных выработок. Над выработанным пространством образуются трещины техногенного происхождения, которые могут создавать дополнительные условия, способствующие поступлению подземных вод в шахту. При неглубоком залегании пласта зона водопроницаемых трещин может достигать поверхности земли, и водопритоки будут формироваться за счет атмосферных осадков. [1]

Источником поступления воды в подземные выработки могут быть воды атмосферных осадков, рек, старых затопленных выработок и скважин, грунтовые воды и др. Скопившаяся в горных выработках вода осложняет производство горных работ и порой делает их невозможными, а также представляет опасность для людей. Приток воды выражается в м<sup>3</sup>/ч, значение его меняется в течение 1 года. Весной во время снеготаяния и осенью, когда выпадает много осадков, притоки воды максимальны. [2]

Источники поступления воды в горные выработки:

- Поверхностные воды;
- Грунтовые воды;
- Подземные воды;
- Старые затопленные выработки и скважины.

При составлении мероприятий необходимо учитывать времена года, влияющие на естественный приток воды, и при необходимости проводить повторную разведку, особенно в период весеннего паводка. Ошибочным является заключение об отсутствии зон, опасных по внезапным прорывам воды, на основании того, что при отработке ранее нескольких выемочных участков с аналогичными горногеологическими условиями на протяжении ряда лет скопления воды не наблюдалось [3].

Ожидаемые водопритоки определяются:

$$Q = \frac{K_{\phi} \cdot \Delta H \cdot F}{m_0},$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации водоупора, м/сут;

$\Delta H$  – высота напорных вод вышележащего массива, м;

$m_0$  – мощность водоупорной толщи, м;

$F$  – площадь подрабатываемого участка,  $m^2$ ,

при этом, если ожидаемый водоприток превосходит максимально возможный для данной выработки, размеры площади последней уменьшают формированием разделительных целиков, ширина которых равна удвоенной величине вынимаемой мощности залежи, но не менее 10 м. [3]

Для снижения притоков в горные выработки необходимо применять дополнительные мероприятия.

Способы понижения водопритоков в горные выработки:

- Дренаж;
- Барраж;
- Тампонач;
- Вакуумное водопонижение.

**Дренаж** — способ осушения путём сбора и отвода подземных гравитационных вод в естественные понижения (реки, озёра и т.п.) или искусственные сооружения (каналы, горные выработки и др.). В горном деле дренаж применяется для защиты шахт от подземных вод путём перехвата их при помощи дренажных устройств в период строительства и эксплуатации горных предприятий. [4]

Дренаж воды в подземные выработки осуществляется через естественные трещины и тектонические нарушения, а при наличии водоупорных пород (мощностью более 2-3 м) в кровле или почве пласта с помощью дренажных скважин различного назначения и направленности. Для дренажа воды из водоносных горизонтов, расположенных ниже дренажной выработки проходят водопонижающие колодцы (рис. 3) или бурят нисходящие водопонижающие скважины. [1]

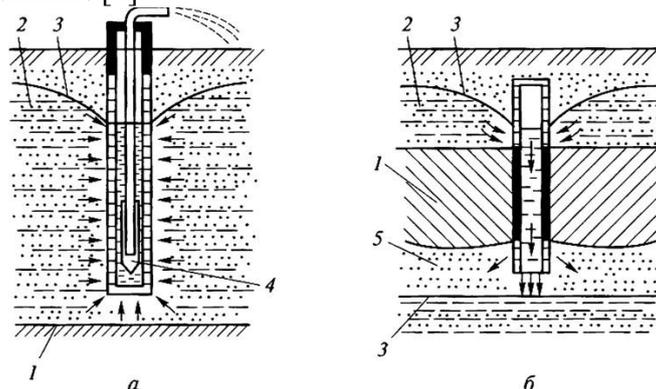


Рисунок 1 – Схема работы дренажных колодцев вертикального дренажа

а — с откачкой воды; б — с поглощением воды в грунт; 1 — водонепроницаемый слой;

2 — осушаемый водопроницаемый слой; 3 — уровень грунтовых вод; 4 — насос;

5 — поглощающий водоносный слой.

Для повышения эффективности дренажных устройств и увеличения темпов осушения месторождений используют: гидравлический разрыв пород, торпедирование скважин, в карбонатных породах – кислотную обработку скважин, в песчаных породах –

вакуумирование скважин, нагнетание в водоносный горизонт воздуха, электроосмос (дренажная скважина – катод, а специальные трубы между ними – анод) и пр.[1]

**Барраж** – способ защиты горных выработок с помощью водонепроницаемых устройств. При барраже уровень подземных вод в пределах водонепроницаемых устройств снижается за счет водоотлива или дренажа, за их пределами он остается близким к естественному или несколько повышается за счет подпора. Барраж обеспечивает охрану ресурсов подземных вод, снижает эксплуатационные расходы на осушение – откачку статических запасов воды в пределах контура защищенного участка.[5]

Барраж осуществляется с помощью инфузионных, инъекционных, криогенных и шпунтовых барражных устройств (занавесей).

**Инфузионные** (заливные, засыпные) устройства представляют собой узкие вертикальные выработки (щели или траншеи), пройденные спецмашинами, траншеекопателями, экскаваторами до водоупорной подошвы обводненных пород (песчаники, гравелистые породы, галечники) и заполненных глиной, глиноцементным раствором, рулонным синтетическим материалом и т.п.

**Инъекционные** (нагнетательные) устройства сооружаются путем цементации, глинизации, силикатизации и смолизации пород через нагнетательные скважины.

**Криогенные** (ледопородные) создаются путем искусственного понижения температуры пород и замораживании содержащейся в ней воды.

**Шпунтовые устройства** сооружаются путем забивки металлических, бетонных и др. свай в песчано-глинистые породы.

По схеме расположения в плане барражные устройства подразделяются на линейные, контурные, замкнутые и незамкнутые; по схеме расположения в разрезе – на совершенные (см рис. 2) заглубленные на 0,5-1,0 м в водоупор и несовершенные – не достигающие до водоупора (применяются в скальных породах с затухающей вглубь трещиноватостью).

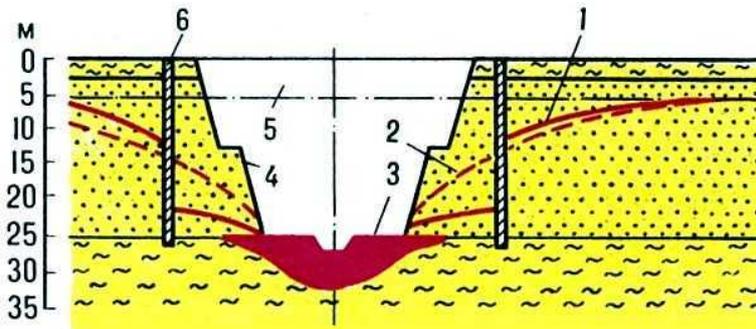


Рисунок 2 – Уровень подземных вод после сооружения барражной завесы  
 2 - уровень подземных вод без барражной завесы; 3 -полезное ископаемое;  
 4 - уступы карьера на конец отработки; 5 - естественный уровень подземных вод;  
 6 -барражная завеса [5]

**Тампонаж.** Через скважины в массив нагнетаются разнообразные скрепляющие вещества: песчано-цементный раствор, глино-цементный, карбамидные и полиуретановые смолы и им подобные. По месту проведения тампонажных работ различают тампонирующее через скважины, пробуренные с поверхности и из забоя выработки. Тампонирующее горных пород с поверхности земли проводят в подготовительный период строительства до начала проведения выработки и используют при большой мощности трещиноватых пород, залегающих на сравнительно небольшой глубине от поверхности.

Тампонирующее пород из забоя проводят с участка выработки, не достигающие до водоносного горизонта, который залегает на сравнительно большой глубине от поверхности. В забое возводят тампонажную подушку (перемычку), через которую бурят скважины для нагнетания раствора. В отдельных случаях возможна комбинация вышеназванных схем. При этом сначала с поверхности земли с помощью малого количества скважин, пробуренных на

полную глубину, тампонируют наиболее крупные трещины и полости, которые дают основной приток воды и газа. На втором этапе тампонаж проводят с забоя выработки при раскрытии мелкотрещиноватых пород, которые не были за тампонируемые с поверхности земли. [6]

При тампонировании пород с поверхности (рис. 3) работы выполняют сразу на всю проектную глубину (одной заходкой); отдельными низ ходячими заходками определенной высоты в направлении сверху вниз; отдельными восходящими заходками в направлении снизу вверх. Тампонаж одной заходкой наиболее простой, но ограниченный небольшой мощностью водоносного горизонта и участками с равномерной трещиноватостью. Давление нагнетания и расход тампонажного раствора по глубине скважины, особенно при большой мощности и неравномерной трещиноватости, будут разные, поэтому качество тампонажа будет неодинакова. Поэтому массив целесообразно разбивать на отдельные заходки от 15 до 25 м. [6]

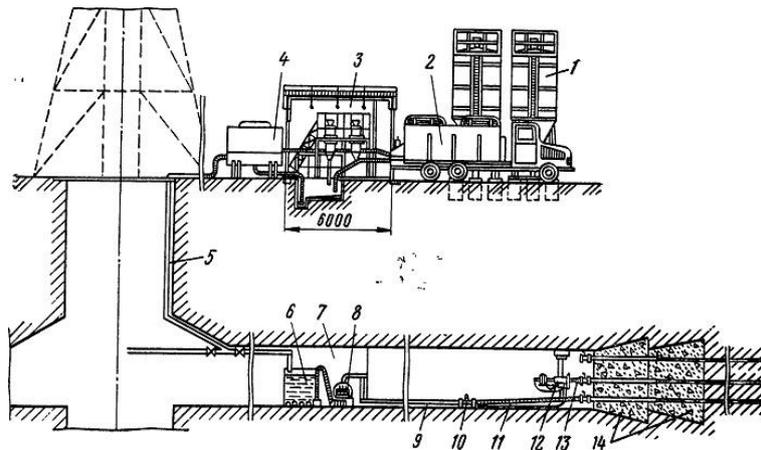


Рисунок 3 – Технологическая схема цементации с подачей раствора с поверхности по трубопроводу

1-автоматизированный склад цемента; 2- смесительная машина; 3-тампонажный узел; 4-цементирувочный агрегат; 5-нагнетательный трубопровод; 6 - емкость для раствора; 7-камера расположения цементационного оборудования; 8-насос; 9 – высоконапорные трубы для нагнетания раствора в скважины; 10 – камера манометра; 11 – шланг высокого давления; 12-буровой станок; 13-запорная арматура скважины; 14 – тампонажная перемычка [6]

**Вакуумное водопонижение.** Удаление грунтовой воды вакуумированием применяется в мелкозернистых песках в тех случаях, когда по техническим и технологическим причинам гравитационный способ не может обеспечить необходимого уровня водопонижения. При вакуумном способе водопонижение обеспечивается созданием дополнительного пониженного давления в плоских, мелких и глубоких колодцах, причем предпочтение обычно отдается мелким колодцам или скважинам. В качестве мелких скважин используются иглофильтры (рис. 4). Однако иглофильтры могут использоваться не только при вакуумировании, но и при применении обычного гравитационного способа водопонижения. Их использование в качестве вакуумных скважин-колодцев возможно только тогда, когда фильтрующая поверхность грунта в скважине-колодце изолирована от атмосферного давления, с тем чтобы обеспечить понижение давления для нижних слоев скважины. [7]

Во многих случаях значительную долю общешахтного водопритока составляют поступления подземных вод через крупные разрывные нарушения и вскрытые капитальными и подготовительными горными выработками водоносные слои. Поэтому в пределах зон влияния тектонических нарушения следует использовать либо тампонаж вмещающих пород,

либо водонепроницаемые крепи(барраж), конструктивные особенности большинства их видов обуславливают к тому же более высокую несущую способность и устойчивость.[3]

Особое внимание следует уделить тщательному тампонажу разведочных и других неиспользуемых скважин, которые могут служить резервуарами значительных масс воды, находящихся под давлением. Вскрытие незатампонируемой скважины очистным забоем может привести к катастрофическим последствиям. [9]

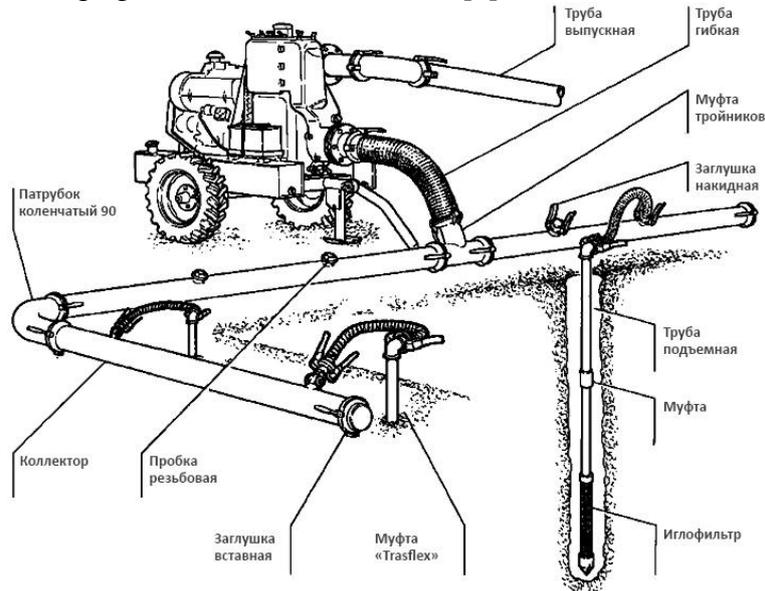


Рисунок 4 – Вакуумное водопонижение с помощью иглофильтра. [8]

Очевидно, что наибольший эффект в борьбе с водопитоками в шахту даст комплексное использование вышеперечисленных мер, возможность и характер которых определяется конкретными горно-геологическими условиями и гидрогеологическими особенностями месторождения, а также технологией очистных и подготовительных работ, особенностями планировки шахтного поля и, в первую очередь, экономической и экологической эффективностью.

Литература:

1. [http://studopedia.su/6\\_29270\\_faktori-obvodnennosti-mestorozhdeniy.html](http://studopedia.su/6_29270_faktori-obvodnennosti-mestorozhdeniy.html)
2. Водоприток в подземные горные выработки. Электронный ресурс: <http://industry-portal24.ru/gornoe-delo/788-vodopritok-v-podzemnye-gornye-vyrabotki.html>
3. Кошевой Н. С. , Источники обводнения выработок и пути сокращения притоков воды в шахты. Уголь Украины, июль 1997.
4. Борьба с подземными водами при проведении горных выработок/ Н. В. Мамонтов, Ю. А. Веселов, В. А. Рыбачук.-К,: Тэхника, 1988.
5. Кужель Н. П., Пашелько-Лобачева Г. М., Новые способы ограждения карьеров от притокагрунтовых вод, К., 1971; Траншейные стенки в грунтах, К., 1973; Абрамов С. К., Газизов М. С., Костенко В. И., Защита карьеров от воды, М., 1976; Трупаков Н. Г., Замораживание грунтов при строительстве подземных сооружений, М., 1979.
6. Тампонаж обводненных горных пород: Справочное пособие/ Э.Я. Кипко, Ю.А. Полозов, О.Ю. Лушникова и др. - ISBN 5-247-00520-1
7. Установки водопонижения. Электронный ресурс: [http://www.rutector.ru/catalog/ustanovki-vodoponizheniya?category\\_id=1379](http://www.rutector.ru/catalog/ustanovki-vodoponizheniya?category_id=1379)
8. Калмыков Е. П. Борьба с внезапными прорывами воды при сооружении вертикальных стволов шахт. Издательство «Недра», 1968 г.
9. Носач А. К., Рязанцева Н. А., Бачурин Л. Л. Распределение влаги в горном массиве и влияние горных работ на обводнение выработок.