

10. Баранов В.А., Маметова Л.Ф. Закономерности формирования видов пластических микродеформаций в кварце песчаников Донбасса // Науковий вісник НГАУ. - №5. - Дніпропетровськ, 2001. - С. 77-79.

11. Дудник В.А. Структурно-тектонифизические особенности Ольховатско-Вольнцевской антиклинали Донбасса в связи с перспективами на золотоносность // Автореферат. диссертации на соиск. уч. степени канд. геол. наук - Днепропетровск, 2004. - 19 с.

12. Пимоненко Л.И. Тектонические основы прогноза горно-геологических условий разработки угольных месторождений Донбасса // Автореферат диссертации на соискание уч. степени доктора геол. наук Днепропетровск, 2005. - 34 с.

13. Привалов В.А. Тектонотермальна еволюція Донецького басейна // Диссертация на соискание уч. степени доктора геол. наук Донецк, 2004. - 340 с.

УДК 622.267.53

Инж. Т.К. Артеменко
(НГУ Украины)

МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕ В ГРУНТОПОРОДНЫХ МАССИВАХ ПРИ СДВИЖЕНИИ НА ПОДРАБОТАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Розглядається спільність процесів в масивах ґрунтів і порід при їх зсуванні і газовиділення над підробками, обумовлених подвійною поведінкою молекул води, проявом закону Б. Генрі і кавітації, що додає аморфність і максимум ентропійності системам.

METANSELECTION IN SOILPEDIGREE ARRAYS AT MOVING ON EARNED ADDITIONALLY TERRITORIES

Community of processes is examined in the arrays of soils and breeds at their moving and gasselection above earning additionally, conditioned by the ambivalent conduct of molecules of water, by the display of the B. Henry law and kavytatsyy of betraying an amorphousness and a maximum entropyynosty to the systems.

Для сохранности существующих зданий и сооружений на земной поверхности на любых стадиях проектирования, эксплуатации и закрытия угольных шахт необходимо учитывать техногенное и экологическое состояние среды при сдвигении грунтов и горных пород прилегающих шахтных выработок имеющих актуальное значение на подработанных территориях.

Так в работе [1] авторы считают, что «общепринятой геомеханической модели развивающегося горного давления, возникающего при очистной выемке угля, не существует».

Однако анализ предложенных авторами [1] ряд гипотез о механизме формирования горного давления вокруг выработок, проводимых в горном массиве показал, что их суть сводится к следующему: горное давление представлено в виде свода вышележащих пород; консольных плит (балок); «шарнирных» блоков; ступенчатого опускания кровли; в виде расслоения и опускания пород кровли; в виде пакетов не жестко защемленных блоков-полосок; гипотеза радиальных смещений толщ грунтопородного массивов и др.

Очевидно, следует признать, что при столь сложных неоднородных структурных особенностях и динамике породных массивов, математическое описание и решение модели процесса сдвигения его трудно осуществляемая задача [2].

В действительности грунты и породы представляют собой аморфные системы, переходящие при сдвигении в метастабильное состояние, изменяющиеся во времени, характеризующиеся своей неопределенностью и неустойчивостью в протекании процессов, сложности их регулирования.

Цель данной работы: показать общность протекающих процессов, свойственных аморфным и неупорядоченным системам, с объединяющим их фактором при сдвигении - поведением воды (водных растворов электролитов) с растворенными в ней газами, которая выполняет роль связывающей и разрушающей пентизирующей матрицы в системе. Особенностью подобных аморфных сред является высокая гидрофильность сродства к воде и растворимыми в ней газами и аномальным поведением водородных связей (ВС), образующихся на поверхности частиц и в последующих удерживаемых монослоях молекул воды.

Тетраэдрическое строение молекул воды матрично адекватно отразилось на строении при образовании глинистых минералов пород. Последние имеют большую поверхностную энергию, которая проявляется через теплоту смачивания-набухания при взаимодействии с водой в результате сжатия ее молекул. Так при поглощении грунтами и породами одного грамма воды выделяется 340 Дж/г тепла. Такое же количество тепла надо затратить, чтобы подсушить породу на один грамм воды. При этом наибольшее количество тепла выделяется при сорбции первых монослоев молекул воды поверхностью частиц, а в последующей сорбции монослоев воды теплота смачивания-набухания убывает, соответственно в монослоях изменяется и давление. Удержание первых монослоев воды на поверхности частиц по различным данным составляет несколько десятков тысяч атмосфер (37-50 тыс. атм.). С удалением от поверхности частицы давление падает до атмосферного состояния [3] или давления от веса вышележащих толщ на рассматриваемой глубине. Между теплотой смачивания-набухания и потенциалом давления в пленках воды существует параллелизм [4].

Описанные выше процессы имеют место при сдвигении грунтов и пород. В связи с чем они могут рассматриваться с энергетической точки зрения, как последовательная смена давления при переходе от одного равновесного состояния в другое.

В устойчивости кровли выемочных выработок и склонов мульды сдвигения главная роль, как отмечалось выше, принадлежит воде с растворенными в ней газами и особенностями ВС. Вода является наиболее подвижной и динамичной при любых физико-химико-механических взаимодействиях на нее.

Увлажнение глинистых грунтов и пород происходит при статических условиях ограничено до равновесных значений влажности в соответствии с величинами внешних нагрузок, от веса столба грунта и породы над рассматриваемой площадкой.

Вода является несущей матрицей грунтопородных массивов связывающей их в единое целое и придающей им свойства аморфных сред. Именно молекулы воды имеют двойственное строение: с кислородной их стороны - квазикристаллическое упорядоченное строение, а с другой - водородной -

наоборот разупорядочивающее, т. е. аморфно неустойчивое энтропийное состояние.

По этой причине грунты и породы не могут рассматриваться сплошными средами из-за своей неустойчивости, связанной с их аморфностью по высоте столба массива.

По своим физическим свойствам и строению структуры грунты и породы стоят ближе к жидкости. Учитывая эти особенности мы в праве использовать для определения в грунтопородном массиве давления (P) по закону Б. Паскаля

$$P = gH\gamma_2 S, \quad (1)$$

где P – давление в Па; $g = 9,8$ Н/кг – ускорение силы тяжести при свободном падении; H – глубина над площадкой S в м; γ_2 – плотность водо-насыщенного грунта и породы в кг/м³; S – удельная площадка на глубине H , в м².

При равновесных влажностях, когда активные центры, удерживающие молекулы воды и газа скомпенсированы, грунты и породы ведут себя как вязкие жидкости, вследствие их аморфности. При этом внешняя нагрузка полностью воспринимается каркасом состоящим из пленок воды.

С уменьшением равновесных влажностей при одних и тех же нагрузках, последние передаются на твердую фазу частиц грунтопородного массива. Приобретая свойства присущие твердым телам, горные породы во время взаимодействия с водой изменяют свои физико-механические и химические свойства [3].

Разрушение грунтопородных массивов объясняется и проявляется как следствие из закона Б. Паскаля [5], заключающееся в том, что в приконтурной зоне, в том числе в кровле выработки, имеет место возрастание давления в движущейся поровой воде во столько раз, во сколько сечение выработки меньше сечения примыкающего грунтопородного массива. При этом надо учитывать, что вода малосжимаема и согласно закона Б. Паскаля на каждой из рассматриваемой глубине давление будет своим и одинаковым. Это говорит о том, что вода в грунтопородном массиве за счет образования ВС представляет собой единую полимерную молекулу. Малейшие изменения давления в одной из точек толщи породного массива сказывается на всей массе воды в грунтопородном массиве [6].

Сказанное выше можно описать математически и представить в следующем виде. Так, имеем сечение выработки S_1 и сечение примыкающего грунтопородного массива S_2 , в котором действуют соответственно силы F_1 и F_2 .

Тогда, давление в сечении выработки будет равно F_1/S_1 , а в сечении примыкающих выработок грунтопородного массива F_2/S_2 . По закону Б. Паскаля давление во всех точках, на рассматриваемой глубине H покоящейся жидкообразной грунтопородной массы будет одинаковым, т. е.

$$F_1 / S_1 = F_2 / S_2,$$

откуда $F_1 = F_2 \frac{S_1}{S_2}$ имеем то, о чем было сказано выше. Это имеет место в грунтопородных массивах при их сдвигении.

Движущаяся вода с растворимыми газами (метан в том числе) в порах и трещинах, начиная от поверхности выработки, испытывает сжимающие и растягивающие напряжения, что сопровождается разрывами жидкости при спаде давления и выделения пузырьков газов, согласно закона В. Генри. Связано это с резким спадом давления насыщенного пара воды и газа до атмосферного из-за наличия выработок или пустот, природа пустоты не терпит. Образовавшиеся при этом пузырьки газов мгновенно лопаются, т. е. вода вскипает, какой бы холодной она не была. Процесс схлопывания пузырьков газов сопровождается микрогидравлическими ударами в виде мириады уколов с огромной силой в результате соударения стенок пузырьков, вызывая явление кавитации, которая приводит к объемной пентизации агрегатов и частиц грунтопородного массива [7].

Таким образом, сдвигение представляется сложными процессами разуплотнения и сжатия грунтопородного массива, сопровождаемое кавитацией в пленках воды между частицами и в трещинах с выделением при этом газов в том числе метана, который может скапливаться особенно во вспомогательных выработках, образуя с воздухом взрывоопасные концентрации (достаточно 2% метана) смеси. Подача воздуха вентиляторами для проветривания выработок не может гарантировать возможность возникновения взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли при работающих угольных комбайнах и транспортных средств. В этом состоит ошибочность принятой концепции сегодня.

При сдвигении глинистых грунтов и наличие воды в них они могут переходить в текучее состояние, а вследствие отжима и уплотнения их действующими внешними нагрузками, образовывать при этом противодействующие реактивно-равновесные монослои ВС, давления. Пласты аргиллитов, алевролитов, песчаников в процессе сдвигения разрушаются на блоки, смещаясь в направлении к центру мульды сдвигения.

Равновесие элемента объема грунтопородной массы в зависимости от угла наклона трещин, стенок выработок и угла поверхностей склонов образующейся мульды могут быть представлены с учетом закона Б. Паскаля в следующем виде [8]:

$$(gH\gamma_2 s)^2 = (gH\gamma_2 \cdot s \sin \alpha)^2 + (gH\gamma_2 \cdot s \cos \alpha)^2 \quad (2)$$

где α - угол наклона трещин стенок выработки, падение пласта и склона мульды в градусах; значения g, H, γ_2, s - приведены в уравнении (1) [5].

Соотношения нормальных $(gH\gamma_2 \cdot s \cos \alpha)$ и касательных $(gH\gamma_2 \cdot s \sin \alpha)$ напряжений будут изменяться в зависимости от изменения угла α . Так при росте угла α , что вызывается процессом сдвигения $\cos \alpha \rightarrow 0$, а $\sin \alpha \rightarrow 1$ т. е.

нормальное напряжение и деформирование к поверхности сдвига исчезает, а касательные достигают максимальной величины ($gH\gamma_2 s$) равной весу столба грунтопородной массы над рассматриваемой на глубине площадкой.

Из следствия закона Б. Паскаля при образовании трещины, из-за изменения наклона стенок выработки и поверхности склона мульды произойдет движение влаги к вышеуказанным поверхностям, что приведет к снижению давления насыщенного пара, образованию новых активных центров и возникновению ВС с пониженными энергобарьерами.

При этом в движущейся воде пленок выделяются пузырьки растворенных газов, которые мгновенно лопаются, вызывая кавитацию и активацию молекул воды действующих разуплотняюще и разрушающе на структуру грунтопородного массива. Равенством нормальных $gH\gamma_2 \cdot \cos\alpha$ и касательных $gH\gamma_2 \cdot \sin\alpha$ напряжений и деформаций характеризуется первая стадия упругопластичного объемного деформирования, имеющая место в точке перегиба кривой мульды сдвижения, где угол α будет близким и составит 45° . В действительности это подтверждается замерами угла α в точке перегиба кривой при сдвижении над подработанными участками.

Вторая стадия разрушения поверхностей трещин, стенок выработок и склонов в мульде произойдет хрупко или с переходом в текучее состояние, т.е. мульда сдвижения аморфно «заплывает» приобретая горизонтальную поверхность подобно густой, вязкой жидкости. Разрушение склона мульды начинается с поверхности особенно у его подножия, где грунтопородный массив наиболее увлажнен и испытывает повышенное давление [8].

По этой причине нижняя кривая сдвижения на $1/3$ больше верхней кривой сдвижения, а сами кривые сдвижения в различных грунтопородных массивах имеют одинаковый характер, что подтверждает единый фактор влияния воды на аморфность системы. Это нашло отражение в работах [7, 8], а также подтверждено нашими исследованиями. После завершения процесса сдвижения дно мульды приобретает ровную поверхность, что еще раз подтверждает свойство грунтов и пород быть ближе к жидким телам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четверик М.С., Андрощук Е.В. Теория сдвижения массива горных пород и управление деформационными процессами при подземной выемке угля. – Изд. РИА «Днепр-VAL», Днепропетровск, 2004. – 204 с.
2. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П. Механика горных пород – «Новый друк», К.: – 2003. – С. 275-294.
3. Овчаренко В.Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. – К.: Изд. АН УССР., 1961. – С. 36-99.
4. Думанский А.В. Лиофильность дисперсных систем. – К.: Изд. АН УССР, 1962. – С. 55-60.
5. Перышкин А.В., Родина Н.А. Физика для 6-7 классов. – с. 71-94, 297-298.
6. Артеменко Т.К. Применение термодинамики влаги и газов в углях, породах, солях к их выбросам в шахтах. Наук. Вісник, НГАУ, Днепропетровск. – №6. – 1999. – С. 8-10.
7. Артеменко Т.К. Прочность и разрушение грунтопородных массивов в выработках и бортах карьеров. Тр. междунар. геотехн. конференции 23-25 сент., 2004 г., г. Алма-Ата, Казахстан. – С. 489-492.
8. Артеменко Т.К., Шокарев В.С. Об устойчивости склонов откосов и бортов карьеров. – Сб. научн. тр. Приднестр. акад. архит. и стр-ва Днепропетровск, 2002, изд. ПГАСА, Вып. 18. – С. 16-19.