

1) шаг измерений должен быть равен 5 м с обязательной привязкой к маркшейдерским точкам;

2) измерения следует проводить на основных горизонтах, которые ограничивают исследуемый объект по вертикали, а также на всех доступных промежуточных горизонтах, расположенных между вышеуказанными основными;

3) измерения целесообразно проводить как в штреках, пройденных висячем боку, так и в лежачем, а также в камерах, используя выносную антенну;

4) при существовании ортов в целиках следует провести измерения в них (допускается шаг до 10 м) с желательной привязкой точек измерений к геологическим строениям массива, пересеченных ортом.

Совокупность технических и методических разработок для контроля и диагностики породных массивов и системы «крепь-породный массив» включает экспериментальные, опытные образцы, разовые партии и серийные приборы.

Экономическая эффективность от внедрения указанных технических средств включает снижение стоимости ремонтных работ за счет возможности селективного предупреждающего ремонта, увеличение срока эксплуатации объекта и предупреждения возможных убытков от аварий.

Библиографический список

1. Паламарчук Т.А., Хохолев В.К., Приходченко В.Л. Теоретические обоснования исследования процесса деформирования твердых тел методами АЭ и ЭМИ; Институт геотехнической механики НАНУ. — Днепропетровск, 1989. — 12 с. — Рус. — Деп. в ВИНТИ 24.05.89, № 3415-Д89.

2. Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Яланский А.А. Геофизический контроль в шахтах и тоннелях. — М.: Недра, 1987. — 278 с.

3. **Временные** методические указания по экспресс-определению упругих свойств горных пород ультразвуковым методом на необработанных образцах керна геологоразведочных скважин (РД) / А.А. Яланский, Т.А. Паламарчук, С.И. Скипочка и др. — Л.: ВНИМИ, 1987. — 40 с.

4. **Яланский А.А., Усаченко Б.М., Паламарчук Т.А.** Экспресс-контроль импульсных процессов в углепородном массиве // Матер. II научной школы «Импульсные процессы в механике сплошных сред». — Николаев: НАН Украины, 1996. — С. 142.

5. **Руководство** по геофизической диагностике состояния системы «крепь-породный массив» вертикальных стволов / А.Ф. Булат, Б.М. Усаченко, А.А. Яланский, В.Н. Сергиенко, Т.А. Паламарчук и др. — Донецк: АГН Украины, 1999. — 42 с.

6. **Паламарчук Т.А.** Теоретические основы геофизической диагностики геомеханического состояния породного массива с учетом синергетических процессов: Дис... докт. техн. наук: 05.15.11; 05.15.09. — Днепропетровск, 2002. — 385 с.

© Усаченко Б.М., Яланский А.А., Паламарчук Т.А., Сергиенко В.Н., 2005

УДК 622.831.3

Инж. РЯЗАНЦЕВ А.П. (ОАО «Шахта «Комсомолец Донбасса»)

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗРЫХЛЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СПОСОБА БОРЬБЫ С ПУЧЕНИЕМ ПОРОД ПОЧВЫ

Введение. Поддержанию выработок в устойчивом состоянии в условиях сильнопучающих пород посвящено значительное количество работ. Однако, вопрос обеспечения длительной устойчивости технологических артерий шахты является по-прежнему актуальным. А с разработкой глубоких горизонтов все более остро встает

необходимость разработки новых, комбинированных способов, которые являлись бы адекватными новым условиям разработки.

Анализ последних разработок и публикаций.

В шахтных условиях наибольшее распространение получили комбинированные способы борьбы с пучением, которые позволяют значительно снижать величину поднятия почвы, а также существенным образом изменяют геомеханическую ситуацию в приконтурном массиве.

Таким образом, наибольшее применение получили консервативные методы борьбы с пучением, которые включают ремонтно-восстановительные работы по удалению пучащей породы и не решают вопрос об обеспечении устойчивости выработки в течение длительного срока службы. Разработка комплекса мер, для предотвращения пучения пород почвы позволит значительно снизить затраты, связанные с поддержанием выработки, а также обеспечить необходимые условия для бесперебойной работы эксплуатируемой выработки.

Целью работы является определение влияния коэффициента разрыхления пород разрыхленной зоны на параметры способа борьбы с пучением пород почвы для выработок, находящихся вне зоны влияния очисных работ.

Материалы и результаты исследований. Для определения параметров способа борьбы с пучением проведено моделирование с использованием метода эквивалентных материалов. По результатам, полученным на основе моделей определены параметры способа борьбы с пучением.

Способ обеспечения устойчивости выработки в условиях сильнопучащих пород включает образование в почве выработки уплотненной зоны, а также зоны разрыхленных пород, которая будет служить демпфером при развитии процессов пучения (рис. 1).

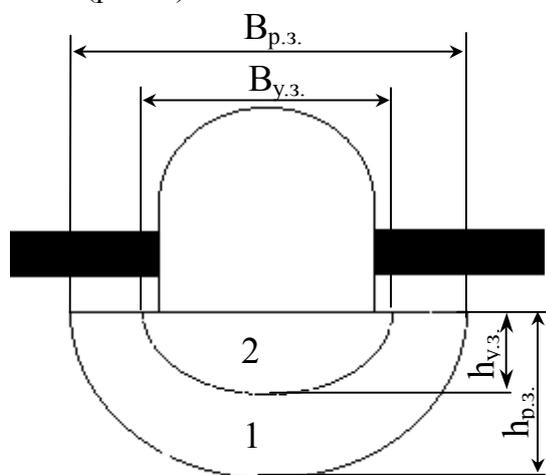


Рис. 1. Схема способа борьбы с пучением почвы, где 1 — зона разрыхленных пород; 2 — уплотненная зона

Предварительно выполнены эксперименты по определению параметров зоны разрыхленных пород и зоны уплотненных пород при фиксированном значении k_p . В зависимости от структуры и физико-механических характеристик породные слои моделировали при помощи песчано-парафиновой смеси с графитовой пылью и солидолом. Уплотненная зона создавалась из предварительно уплотненного песчаника. Величина коэффициента разрыхления для зона разрыхленных пород моделировалась из материала, просеянного через сита (размер ячеек 1...6 мм) для обеспечения фиксированного гранулометрического состава и равномерного распределения пустот. В качестве материала для моделирования данной зоны использована смесь, соответствующая аргиллитам, без предварительного подогрева.

На основе этого обеспечивалось сохранение структуры отдельных мелких элементов эквивалентного материала и соответствие коэффициента разрыхления разрушенным породам. Материал, полученный после просеивания, смешивали с парафином и помещали в полость, расположенную в основании выработки.

Моделирование проводилось на специальном стенде, размеры которого соответствовали условиям плоской деформации. Всего испытано 45 моделей, имитирующих горнотехнические условия и параметры способа борьбы с процессами пучения.

При проведении испытаний определялись рациональные параметры разрыхленной зоны (ширина, глубина, радиус кривизны).

Параметры зоны разрыхления исследовались при значениях коэффициента разрыхления пород $k_p=1,2\dots 1,4$. Коэффициент разрыхления задавался опытным путем, на основании определения исходной плотности уплотненного материала, и подбора просеянной смеси с необходимым объемом пустот. Более крупные сита (№4,6) обеспечивали увеличение значения коэффициента разрыхления (до 0,4). Сцепление смесей обеспечивалось добавлением парафиновой стружки в полученные смеси (10% от массы смеси) с последующим перемешиванием.

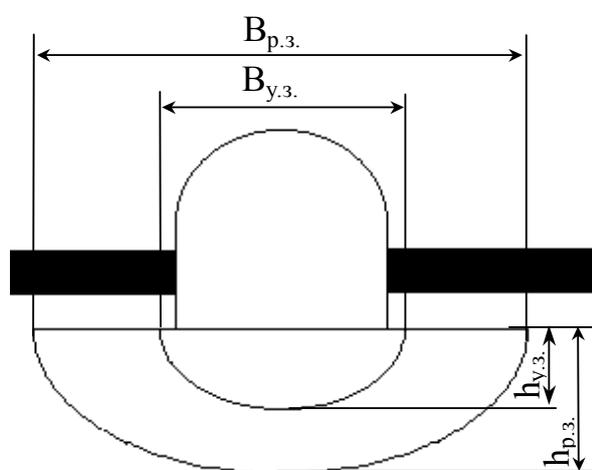


Рис. 2. Схема способа борьбы с пучением почвы, скорректированная на основе результатов моделирования

рестности выработки на каждом этапе отражалась на предварительно нанесенной меловой сетке и фиксировалась фотоаппаратом, установленным неподвижно. Сравнение перемещений фиксированных точек на каждом этапе нагружения позволило определить некоторые закономерности потери устойчивости выработки (рис. 3).

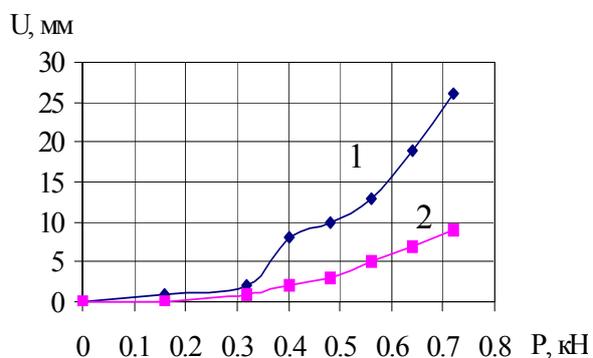


Рис. 3. Зависимость вертикальной конвергенции пород (1) и величины поднятия пород почвы (2) от действующей нагрузки

При величине $k_p=1,4$ для зоны разрыхленных пород устойчивость выработки значительно снижалась, т.к. центральная часть в разрыхленной зоне оставалась с наличием пустот и трещин, в то время как по бокам демпферной подушки происходило смыкание трещин и пустот. Происходит обрезание уплотненной зоны по краям и после этого разрыхленная зона перестает деформироваться.

Установлено, что уплотненная зона испытывала меньшие деформации при увеличении ширины зоны разрыхленных пород и формировании эллипсоидальной формы обратного свода на границе разрушенных и неразрушенных пород (рис. 2).

Модели нагружали ступенчато с шагом 0,16 кН. Деформация пород в окрестности выработки на каждом этапе отражалась на предварительно нанесенной меловой сетке и фиксировалась фотоаппаратом, установленным неподвижно. Сравнение перемещений фиксированных точек на каждом этапе нагружения позволило определить некоторые закономерности потери устойчивости выработки (рис. 3).

В результате моделирования определены параметры зоны разрыхления, на основе которых обеспечивается более полное «срабатывание» зоны как демпфера начальных напряжений (рис. 4), возникающих со стороны почвы. Разделение зоны разрыхленных пород на две области, с разными коэффициентами разрыхления позволяет повысить эффективность способа за

счет управления напряженно-деформированным состоянием пород, находящихся в зоне активного опорного давления.

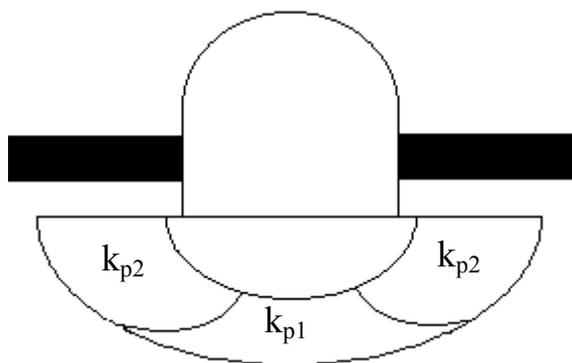


Рис. 4. Схема способа борьбы с пучением почвы, с различной степенью разрыхления демпферной подушки

го давления. За счет более высокого коэффициента разрыхления в этих областях происходит релаксация напряжений после реализации деформаций пород со стороны вмещающего массива. Происходит перераспределение напряжений в породах всей разрыхленной зоны в результате чего интенсивность смещений в приконтурном массиве снижается. Уплотненная зона работает по принципу консольной балки, защемленной с обоих концов. Из-за перераспределения напряжений из центральной части уплотненной зоны на бока выработки в процесс поддержания устойчивости включаются вмещающие породы приконтурного массива.

В результате проведенных исследований установлена зависимость вертикальных перемещений и размер поднятия пород уплотненной зоны в зависимости от коэффициента разрыхления (рис. 5).

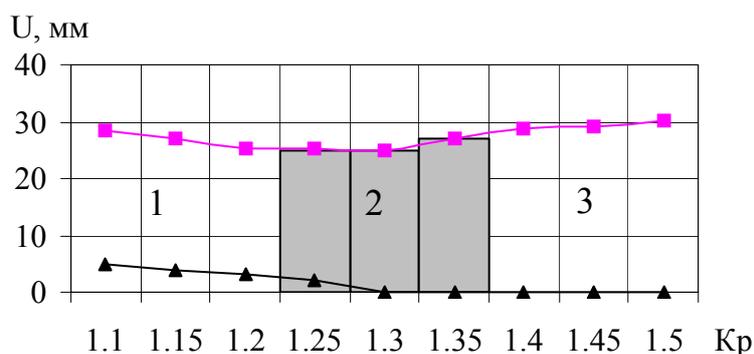


Рис. 5. Зависимость вертикальной конвергенции пород (1) и величины поднятия пород почвы (2) от коэффициента разрыхления

Зона 1 на диаграмме соответствует потере устойчивости уплотненной зоны в результате разрушения, зона 2 — уплотненная зона находилась в устойчивом состоянии. Дальнейшее увеличение коэффициента разрыхления до 40...50% (зона 3), таким образом, не оказывает существенного влияния на увеличение устойчивости выработки. Напротив, за счет высоких нагрузок происходит активное проседание кровли выработки и, как результат, потеря устойчивости. Зона 2 характеризует па-

раметры, при которых выработка сохраняет необходимое поперечное сечение с сохранением целостности зоны уплотненных пород в почве.

Выводы. В результате выполнения экспериментов на моделях из эквивалентных материалов получены рациональные параметры способа повышения устойчивости выработки, находящейся в условиях пучащих пород шахты «Комсомолец Донбасса». По результатам лабораторных испытаний установлено, что использование способа с разделением разрыхленной зоны на участки с различным коэффициентом разрыхления снижает величину вертикальной конвергенции за счет ограничения вертикальных перемещений пород почвы.

Для разработки рекомендаций по повышению устойчивости капитальных выработок необходимо проведение исследований напряженного состояния в окрестностях выработки с использованием численных методов.

© Рязанцев А.П., 2005

УДК 624.131.23/3

Инженеры АРТЕМЕНКО Т.К., БЫЧКОВ С.А., МАРТЫНЕНКО С.В. (НГУ, Днепропетровск)

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ЧЕРЕЗ ИХ РАЗРУШЕНИЕ

Как известно, при освоении недр, гражданском и промышленном строительстве прочность и разрушение глинистых грунтов и горных пород имеют актуальное значение. Глинистые грунты и горные породы чаще рассматриваются сплошными средами с линейными деформациями от внешних нагрузок без учета поверхностных явлений, происходящих при взаимодействии их с водой (водными растворами электролитов) и газами.

Первой воспринимает все воздействия на грунты и породы вода, являясь активационным фактором с аномальными свойствами, хорошим растворителем различных минералов и газов, особенно с ростом давления от веса столба вышележащих толщ. В естественных условиях все процессы в грунтах и породах направлены к равновесию систем, когда все активные центры, удерживающие молекулы воды и газов, скомпенсированы, а свободная энергия их равна нулю.

Давление P , приложенное к грунтовой массе, частично передается на скелет грунта (эффективное давление P_3) и частично на воду (нейтральное давление P_n). Можно считать, что в начальный момент вся нагрузка передается на воду и $P_n=P$, а $P_3=0$.

В воде создается напор, под влиянием которого она выжимается из грунта, и часть нагрузки передается скелету, а нейтральное давление уменьшается. При этом для любой глубины Z остается соотношение $P_n+P_3=P$. В конце процесса консолидации вся нагрузка воспринимается скелетом грунта $P_3=P$, а $P_n=0$. Напор в воде снижается до нуля, а процесс фильтрационной консолидации завершается.

Увлажнение грунтов и пород сопровождается теплотой смачивания-набухания, что проявляется в выделении 340 Дж/г (или 81 кал/г) при поглощении одного грамма воды. Это позволяет рассматривать процессы в глинистых грунтах и породах энергетически с использованием коллоидной химии, физикохимии, термодинамики, понятия о структуре воды, особенностей водородных связей (ВС) между