

УДК 622.2

С.О. Версилов, В.В. Сергеев, А.Р. Ефимов
ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПИТАТЕЛЯ
АКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ТОРЦОВОМ
ВЫПУСКЕ РУДЫ

Изложена методика определения поверхности скольжения в навале руды от воздействия поршня питателя активного действия при отработке месторождений системами с торцовым выпуском. В качестве основного параметра определена глубина заглубления питателя.

Ключевые слова: Система отработки месторождений с торцовым выпуском, питатель активного действия, буродоставочная выработка, поверхность скольжения в навале руды от воздействия на нее поршня питателя, глубина заглубления питателя.

Семинар № 16

На сегодняшний день питатели активного действия являются наиболее эффективными выпускными устройствами, позволяющими получить максимальную величину выпускного отверстия (его активную часть). Суть всех технических решений, реализующих процесс активного способа выпуска заключается в том, что в процессе работы питателя его рабочий орган, совершая возвратно-поступательные движения, выталкивает руду из-под навала для ее дальнейшей транспортировки [1]. При этом, оптимизируя параметры питателя, необходимо учитывать механизм взаимодействия рабочего органа выпускного устройства с сыпучим массивом обрушенной руды.

Физические аспекты природы прочности сыпучих массивов (грунтов) достаточно полно описаны в работах М.Н. Гольдштейна, Н.Я. Денисова, Н.Н. Маслова, Г.Чеботарева, Дудлера И.В., Дуранте В.А. и других [2-4]. Во многих работах детально рассмотрен механизм разрушения песчаного грунта на уровне взаимодействия от-

дельных частиц. Природа прочности глинистых грунтов исследована значительно менее. Следует отметить, что условия прочности используются в механике грунтов при решении ряда практических задач, таких как: устойчивость откосов и подпорных стен, несущая способность фундаментов, предельное давление грунта на конструкции заглубленные в грунт и др. К настоящему времени известно более двух десятков условий прочности, разработанных для описания поведения глинистых и песчаных грунтов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что прочность грунтов зависит существенным образом от вида напряженного состояния, возникающего при различных внешних условиях силового нагружения. Однако, на сегодняшний день невозможно сказать, для каких сыпучих тел вопрос использования той или иной теории прочности имеет меньшее значение, чем для других, а при экспериментальной проверке условий прочности, погрешность в опытах может иметь порядок, близкий к тому, при котором

изменение угла внутреннего трения зависит тех или иных горно-технических условий. Строго говоря, очертание огибающих поверхности разрушения в плоскости не является прямой, а имеет кривизну, которая зависит от давления и физико-механических свойств сыпучего массива. Исследования деформирования массивов сыпучих грунтов, определяемого траекторией нагружения в различных пространствах напряжений при одноосном сжатии и прямом сдвиге, что имеет место при воздействии на обрушенную, раздробленную взрывом руду рабочего органа питателя активного действия, показывают сложность данной задачи.

Поэтому, несмотря на многообразие введенных условий прочности, на практике применяются лишь несколько из них. Это в первую очередь условие прочности Мора-Кулонна. Более сложные модели грунта не позволяют получать решения в аналитическом виде, поэтому они используются в основном в нелинейной механике и численном решении задач. Таким образом, наиболее простым из известных, является условие прочности, сформулированное Ш. Кулоном, согласно которому разрушение массива вследствие оказываемого на него давления происходит по плоскостям скольжения, а величина промежуточного главного напряжения не влияет на прочность грунта.

В общем виде давление P , возникающее вследствие воздействия на грунт (сыпучий массив) какой-либо рабочей плоскостью, рассеивается в массиве грунта (рис. 1). Равнодействующую R передачи давления между частицами грунта можно разложить на две составляющие (см. схему рис. 1): нормальные напряжения σ и касательные τ . Нормальные напряжения сжимают частицы грунта друг к другу и разрушить их практически не могут.

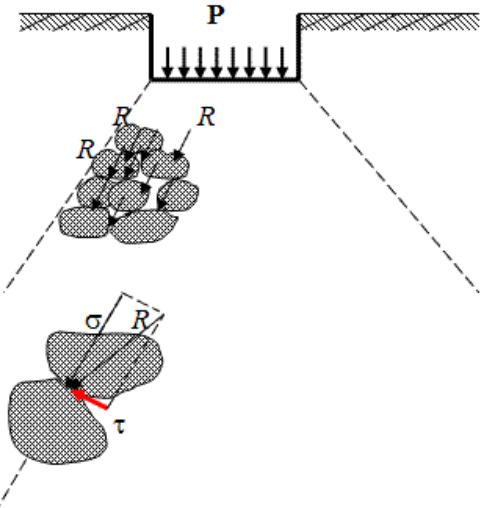


Рис. 1. Схема рассеивания напряжений в массиве грунта

Для разрушения большинства минеральных частиц грунта нормальными напряжениями, необходимы очень большие их величины ($\sigma_{\text{разруш.}} \approx 2000 \text{ кг}/\text{см}^2 \approx 200 \text{ МПа}$). Следовательно, разрушение грунта может происходить только от действия сил τ . Под действиями данных сил частицы грунта смещаются относительно своих контактов, зерна попадают в поровое пространство, происходит процесс уплотнения грунта с возникновением в некоторых областях поверхностей скольжения ориентация которых определяется касательными напряжениями и зависит от угла внутреннего трения.

Применительно к условиям работы питателя на выпуске, можно утверждать, что в момент предельного состояния, вызванного давлением рабочего органа питателя активного действия на массив руды, рассеивание напряжений в сыпучем массиве происходит по образующимся поверхностям скольжения, которые направлены под углом γ к линии действия главных нормальных напряжений (рис. 2, а).

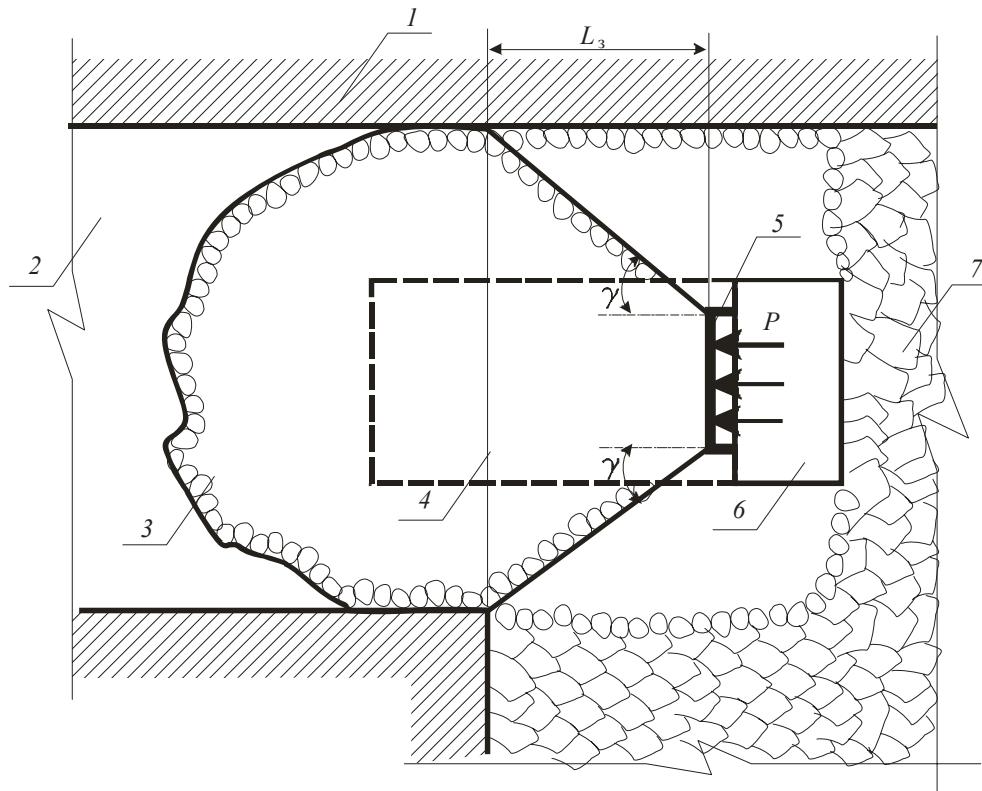


Рис. 2, а. Схема установки питателя активного действия в буродоставочной выработке (вид сверху): 1 - нетронутый горный массив; 2 - буродоставочная выработка; 3 - сыпучий массив обрушенной руды; 4 - корпус питателя; 5 - рабочий орган питателя; 6 - пекрытие питателя; 7 - обрушенная пустая порода; L_3 – заглубление питателя в навал обрушенной горной массы

В этом случае $\gamma=45^\circ-\rho/2$, где ρ – угол внутреннего трения обрушенной руды. С учетом вышеуказанных допущений, аналогичная схема деформации сыпучего массива обрушенной руды будет наблюдаться и в вертикальном сечении по оси буродоставочной выработки (рис. 2, б). Величина заглубления питателя в навал отбитой руды определяется как расстояние от плоскости торцевого забоя до места установки рабочего органа питателя и может быть рассчитана по формуле:

$$L_3 = \frac{H_{\text{B}} - H_{\text{П}}}{\operatorname{tg} \gamma} \quad (1)$$

В данном случае величина L_3 является максимальным значением, при котором деформирование сыпучего массива (перемещение локального объема $abcd$) происходит по плоскости деформации ad , которая является по сути выпускным отверстием.

Правомерность принятых допущений при применении в нашем случае условия прочности Мора-Кулона подтверждается следующим.

1. Гидростатическое давление, обусловленное весом сыпучего, которое учитывается в более сложных моделях грунта, при выпуске не может достигать значительной величины. На практике, при выпуске руды, происходит

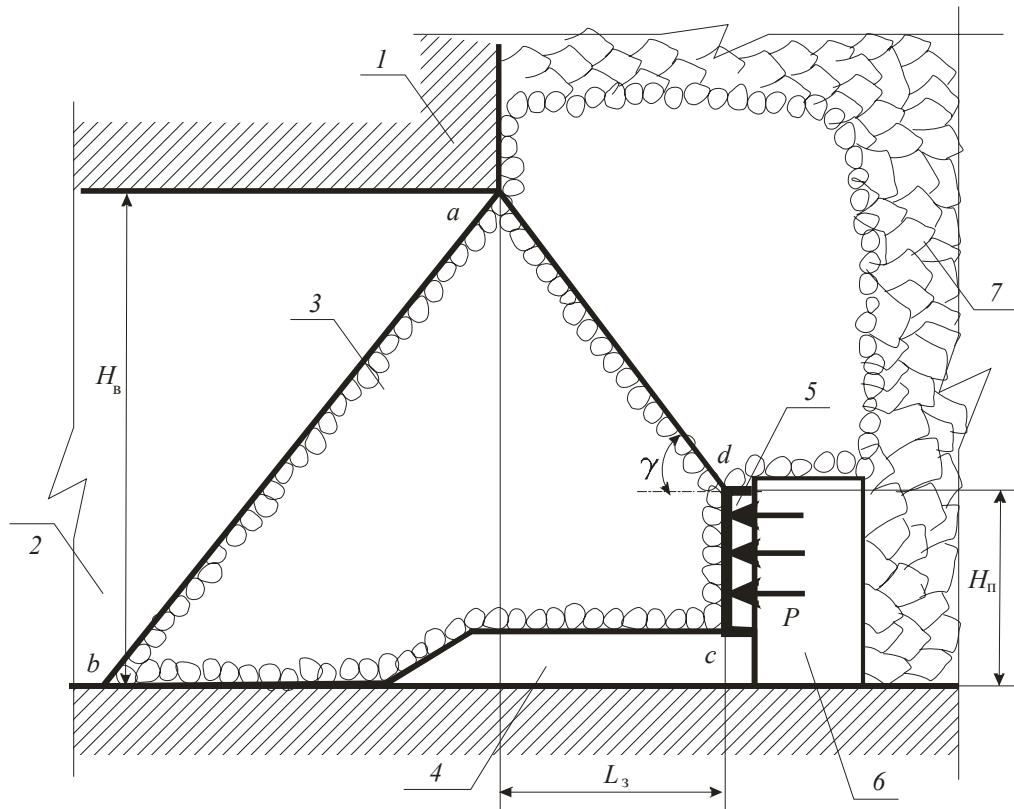


Рис. 2, б. Схема установки питателя активного действия в буродоставочной выработке (вид в вертикальном сечении по оси буродоставочной выработки): 1-6- обозначения те же; H_B – высота буродоставочной выработки; H_n – высота питателя

постоянная разгрузка питателя от горного давления, так как последний будет находиться в зоне вторичного разрыхления.

2. Возможное изменение траектории деформации (очертания огибающих поверхности разрушения в плоскости ad , рис. 2б), которое определяет форму плоскости окна выпуска, не повлияет ни на качество ни на интенсивность истечения сыпучей руды. Более того, искривление плоскости окна выпуска приведет к его растяжению, т.е. к теоретическому его увеличению, что может повысить безопасность процесса выпуска за счет уменьшения количества зависаний кусков руды.

В результате, в момент предельного состояния, вызванного давлением рабочего органа питателя активного действия на массив руды, в последнем образуется семейство поверхностей разрушения, составляющих трехмерную поверхность скольжения (рис. 3), которая будет в перпендикулярном сечении буродоставочной выработки (на рис. 3 плоскость 1-1¹-2-2¹) повторять форму рабочего органа питателя активного действия.

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно утверждать, что форма свода арочного перекрытия железобетонного питателя должна быть конгруэнтна форме свода буродоставочной выработки,

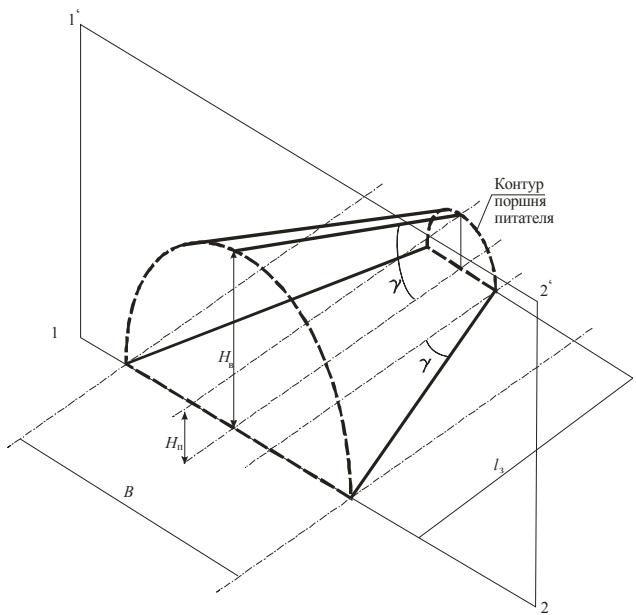


Рис. 3. Трехмерная схема плоскости разрушения (скольжения) сыпучего рудного массива при воздействии рабочего органа питателя активного действия:

В – ширина буродоставочной выработки; 1-1¹-2-2¹ – плоскость перпендикулярная оси буродоставочной выработки на уровне последнего веера буровых скважин (плоскость массив-руда)

Так как высота свода горных выработок определяется физико-механическими свойствами вмещающих пород, то, очевидно, что высота свода арочного перекрытия железобетонного питателя также зависит от характеристик горного массива выемочного участка, которые могут изменяться даже в пределах одной выемочной единицы. Из этого вытекает основное преимущество железобетонных питателей перед другими конструкциями аналогичных выпускных устройств - возможность создавать питатель непосредственно в забое в соответствии с конкретными горно-техническими условиями, определяющими форму и размеры буродоставочной выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1121436 (СССР), МКИ³ Е 21 С 41/06. Днище очистного блока / В.Ф. Булатов, С.О. Версилов, С.С. Кондратьев, В.Д. Тарасенко. №3618778/22-03; Заявл. 11.07.83; Опубл. 30.10.84.
2. Гольдинштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Изд. 2-е перераб. М.: Стройиздат, 1971. - 368 с.
3. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Параметры расчета оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1986. - 173 с.
4. Чеботарев Г. Механика грунтов, основания и земляные сооружения. Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. - 616 с. **ГЛАВА**

Коротко об авторах

Сергеев В.В. – доктор технических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой по горным машинам, кафедра Технологии разработки месторождений Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) (кафедра ТРМ СКГМИ (ГТУ)), E-mail: tip_mavr@mail.ru

Версилов С.О. – доктор технических наук, профессор, кафедра БЖД Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института) (кафедра БЖД ЮРГТУ (НПИ)), E-mail: versilov@bk.ru

Ефимов А.Р. – аспирант, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (СКГМИ (ГТУ)), E-mail: andrewpp@mail.ru