

Багазеев Виктор Константинович

доктор технических наук,
профессор кафедры разработки
месторождений открытым способом
Уральский государственный
горный университет
620114, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Bagazeev Viktor K.

professor, doctor of technical science,
the professor of Open-pit mining department
The Ural state mining university
620114, Yekaterinburg, Kuibishev st., 30

Лушников Ярослав Владимирович

аспирант кафедры разработки месторождений
открытым способом
Уральский государственный
горный университет
620114, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,
e-mail: Yaroslav.Lushnikov@m.ursmu.ru

Lushnikov Yaroslav V.

post-graduate student
of Open-pit mining department
The Ural state mining university
620114, Yekaterinburg, Kuibishev st., 30
e-mail: Yaroslav.Lushnikov@m.ursmu.ru

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ
ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ
В ОСНОВАНИИ ШТАБЕЛЯ КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

**EVALUATION THE STRENGTH
OF POLYETHYLENE FILM IN THE BASE
OF HEAP LEACHING STACK**

Аннотация:

В работе приведены исследования прочностных характеристик экрана из полиэтиленовой пленки, обеспечивающего гидроизоляцию основания штабеля. По результатам исследований получена зависимость, позволяющая вычислить минимально допустимую по требованиям безопасности толщину полиэтиленовой пленки, исходя из высоты штабеля и крупности пород, его слагающих.

Ключевые слова: кучное выщелачивание, полиэтиленовое основание, прочность полиэтиленовой пленки, экологическая безопасность.

Abstract:

The paper presents the study of strength characteristics of polyethylene film screen, that provides waterproofing of the stack base. According to the researches, the dependence for calculating the minimum allowable, by safety requirements, polyethylene film thickness, proceeding from the stack height and size of rocks, composing it.

Key words: heap leaching, a polyethylene base, strength of a polyethylene film, ecological safety.

Кучное выщелачивание (КВ) получило широкое распространение в отечественной и мировой практике при добыче золота.

Для исключения потерь продуктивного раствора и обеспечения экологической безопасности при кучном выщелачивании золота в основании насыпи необходимо устройство противоточного экрана. Материалом служат глинистые грунты, асфальт, бетон, синтетические материалы (геомембраны). Полиэтиленовая пленка – наиболее удобный, недорогой и эффективный материал для экрана; теоретически она неводопроницаемая, однако на практике возможны механические повреждения пленки и утечка растворов. Через каждое отверстие диаметром 1 мм, образованное при повреждении пленки, может происходить расход воды до 0,659 см³/с [1]. Повреждения возможны и от нагрузки на основание выщелачивающей насыпи. Основание насыпи для выщелачивания должно обеспечить эффективный сбор раствора, который при должном качестве окатышей просачивается через штабель со скоростью до 2 м/сут.

Подготовка естественной основы включает удаление растительного слоя и обязательную обработку поверхности гербицидами для исключения появления растительности. Конструкция основания с полиэтиленовой пленкой приводится на рис. 1.

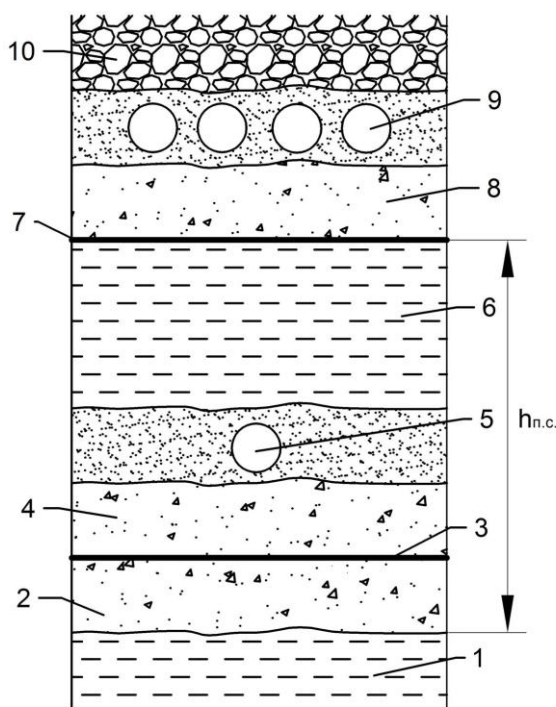


Рис. 1 – Типовая конструкция основания насыпи

для кучного выщелачивания:

- 1 – естественное основание;
- 2, 4 – защитный слой фильтрующего дренажа;
- 3 – полиэтиленовая пленка;
- 5 – перфорированные трубы контрольного дренажа;
- 6 – слой глины;
- 7 – полиэтиленовая пленка;
- 8 – защитный слой пленки;
- 9 – перфорированные трубы рабочего дренажа;
- 10 – отвал;
- $h_{п.с.}$ – подстилающий слой

Для создания защитных слоев (слоя, подстилающего полиэтиленовую пленку и защищающего пленку сверху) рекомендуются [2] песчаные грунты с частицами максимальной крупности до 5 мм. В основании штабеля не должно быть льда, снега, камней, комьев грунта и других включений. Желательно использовать глинистые грунты с коэффициентом фильтрации менее 0,001 м/сут.

Грунт подстилающего и защитного слоев должен быть стойким против агрессивного действия просочившейся жидкости. Содержание в грунте солей, растворимых в выщелачивающем растворе, не должно превышать 5 % по массе. Толщина защитного слоя должна быть не менее 0,5 м, толщина грунта подстилающего слоя должна быть 0,1 – 0,3 м.

При значительных объемах работ и отсутствии песка необходимого качества рекомендуется для создания защитного слоя использовать мелкодробленую руду [3].

Цель исследования – оценка прочности полиэтиленовой пленки при устройстве подстилающего и защитного слоев из отсева с включениями из частиц угловатой формы. Пленку помещали между двумя слоями отсева по 25 мм каждый и давали вертикальную нагрузку. Края пленки поднимались на поверх-

ность верхнего (предохранительного) слоя, а снизу через подстилающий слой подавали напорную воду. В ходе опытов фиксировали величину нагрузки и момент смачивания верхнего слоя, т.е. момент повреждения пленки. Для создания нагрузки на поверхность использовали сдвиговой прибор типовой конструкции ВСВ-25 площадью среза 40 см² и с динамометром ДОСМ-5 с максимальной нагрузкой до 5 т. Результаты приведены в табл. 1.

Зависимости предельного давления P (МПа), крупности отсева d (мм) и толщины пленки b (мм) аппроксимированы следующими формулами (корреляционное отношение $\eta=0,98$):

$$\left. \begin{aligned} P &= 7,75 d^{-2,45} b^{0,94} \\ b &= 0,133 p^{1,06} d^{2,6} \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

В табл. 2 приводится расчет необходимой толщины пленки в зависимости от высоты насыпи H_n (м), которая исходя из прочности материала, формирующего штабель, согласно [4], может достигать 300 м. Величина давления в основании насыпи рассчитывалась по формуле

$$P_n = \rho g H_n 10^{-6}, \quad (2)$$

где ρ – насыпная плотность, кг/м³; $g=9,81$ м/с². В расчет принимается $\rho=1600$ кг/м³.

Таблица 1

Показатели прочности полиэтиленовой пленки

Крупность фракции d , мм	Толщина пленки b , мм	Предельные значения	
		нагрузки G , кг	давления P , кг/м ² (МПа)
5	0,02	1,34	335 (0,00335)
4,75	0,02	2,34	585 (0,00585)
4	0,02	2,34	585 (0,00585)
3,25	0,02	2,84	710 (0,0071)
2	0,02	16	4000 (0,04)
1	0,02	97	24250 (0,2425)
5	0,1	7	1750 (0,0175)
4,75	0,1	10	2500 (0,025)
4	0,1	15	3750 (0,0375)
3,25	0,1	16	4000 (0,04)
2	0,1	65	16250 (0,1625)
1	0,1	нет	нет
5	0,15	11	2750 (0,0275)
4,75	0,15	14	3500 (0,035)
4	0,15	17	4250 (0,025)
3,25	0,15	18	4500 (0,045)
2	0,15	95	23750 (0,2375)
1	0,15	нет	нет

Таблица 2

Расчет необходимой толщины пленки

Высота насыпи, м	Давление $P_n \cdot 10^{-6}$, МПа	Толщина пленки, мм	По [4]
При $d=5$ мм			
5	0,08	0,5	0,4
10	0,16	1,06	0,8
20	0,32	2,22	
30	0,48	3,4	
При $d=3,25$ мм			
5	0,08	0,16	0,2
10	0,16	0,34	0,4
20	0,32	0,72	
30	0,48	1,1	
При $d=2$ мм			
5	0,08	0,046	0,2
10	0,16	0,1	0,2
20	0,32	0,2	
30	0,48	0,315	
При $d=1$ мм			
5	0,08	0,008	0,2
10	0,16	0,016	0,2
20	0,32	0,03	
30	0,48	0,052	

Таким образом по формулам (1), (2) можно определить высоту насыпи и необходимую для ее гидроизоляции толщину полиэтиленовой пленки.

Литература

1. Багазеев В.К. Оценка водопроницаемости полиэтиленового экрана в основании штабеля кучного выщелачивания / В.К.Багазеев, Н.Г. Валиев, С.В. Гриченко // Изв. вузов. Горный журнал. – 2006. – № 6. - С. 110 – 114.
2. Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов. СН-551-82. – М.: Недра, 1983.
3. Санакулов К.С. Кучное выщелачивание золота из многоярусных штабелей / К.С. Санакулов. – Ташкент: Фан, 2010. – 304 с.
4. Лушников Я.В. Определение физико-механических свойств окатышей при формировании штабеля кучного выщелачивания / Я.В. Лушников, В.К. Багазеев // Изв. вузов. Горный журнал. – 2013. – № 8. - С. 124 – 127.