

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СРЕД ПРИ СИЛОВОМ КОНТАКТЕ С ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ

Герасимов В.М., Нижегородцев Е.И.

Забайкальский государственный университет, Чита

Ключевые слова: волокнистые материалы, дренажи, плотины, дамбы, штабели кучного выщелачивания, горные предприятия.

Аннотация. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования статического и динамического контактного действия горных пород разной крупности на состояние прочности и деформированности волокнистых полимерных сред, используемых в качестве дренажей плотин, дамб, штабелей кучного выщелачивания в геотехнологии. Определены параметры воздействия рудной массы на структуру геосинтетиков при условии сохранения дренажных характеристик волокнистых сред.

INVESTIGATION OF THE STATE OF FIBROUS POLYMERIC MATERIAL DURING FORCE CONTACT WITH ROCKS

Gerasimov V.M., Nizhegorodtcev E.I.

Transbaikal state university, Chita

Keywords: fibrous polymeric material, drains, dams, dikes, heap leach stacks, mining enterprises.

Abstract. Theoretical and experimental studies have been carried out on the static and dynamic contact effect of rocks of different sizes on the state of strength and deformation of fibrous polymer material used as drainage for dams, dikes, and heap leaching stacks in geotechnology. The parameters of the impact of ore mass on the structure of geosynthetics are determined, provided that the drainage characteristics of the fibrous material are maintained.

Использование волокнистых полимерных сред (геотекстилей, геосинтетиков), изготовленных по иглопробивной технологии из синтетических волокон, ставит задачу обеспечения дренажных свойств материалов при длительной эксплуатации сооружений на горных предприятиях. Дренажные слои из геосинтетиков обладают высокими фильтровальными свойствами; коэффициент фильтрации в продольном направлении составляет $10^{-4} \dots 5 \cdot 10^{-3}$ м/с. Благодаря высокой технологичности, прочности, легкости, низкой стоимости, долговечности такие дренажи закладывают в основания плотин, дамб из местных природных материалов, обеспечивающих эксплуатацию отстойников технологической воды при обратном водоснабжении гидромеханизированных комплексов горных предприятий, а также в основания штабелей кучного выщелачивания рудного золота и других ценных компонентов [1].

Крупность горных пород, уложенных в основания указанных сооружений имеет широкий диапазон от песчано-глинистых частиц до валунов. Форма горных пород также разнообразна: галечники с окатанной гладкой поверхностью, крупнообломочные куски с многочисленными углами [2, 3].

Иглопробивные волокнистые материалы состоят из полимерных волокон диаметром 10...20 мкм, при плотности прилегания в одном слое с образованием пор размерами 20...50 мкм. Многослойная структура материала высотой

3...10 мм обеспечивает смещение волокон в разных слоях, сквозные поры отсутствуют [1].

Можно выделить два варианта контакта твердых тел с волокнистыми материалами: микроконтакты и макроконтакты. В первом случае твердое тело имеет острую грань с диаметром торцевой поверхности 20...50 мкм, что позволяет ему проникать в волокнистую среду раздвигая волокна. При высоких нагрузках такой контакт приведет к сквозному пробою материала. Экспериментальное определение размеров острых граней горных пород различных фракций показала, что диаметры торцов более 2 мм, следовательно, микроконтакты отсутствуют.

Таким образом, в массивах сооружений происходят макроконтакты горных пород с волокнистой средой.

Учитывая, что модуль упругости горных пород больше модуля упругости на сжатие волокнистого материала в 10^5 раз следует рассматривать только деформацию дренажного слоя.

Под действием веса массива сооружения происходит вдавливание углов или ребер кусков горных пород в волокнистую среду, которая сжимается на площади контакта, образуя воронкообразную поверхность, заполненную гранями твердого тела (рис. 1).

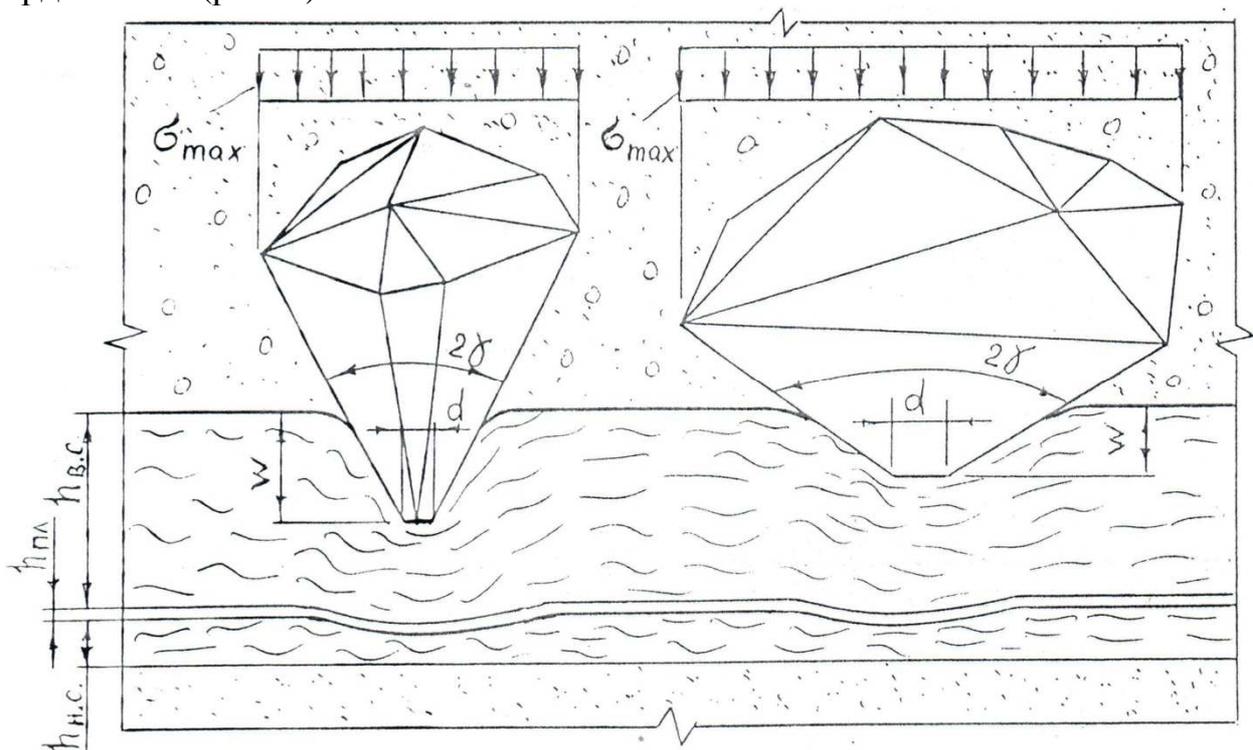


Рис. 1. Схема деформирования дренажного слоя гранулами руды

Замеры углов граней горных пород показали, что острые углы $2\gamma=40^\circ\dots90^\circ$ составляют 20%, преобладают тупые углы $2\gamma=90^\circ\dots140^\circ$. Рассматривая действие результирующей силы F от давления массива сооружения при равномерном действии на гранулы горных пород можно использовать выражение

$$F = \sigma_{\max} \cdot A_{ПР}, \quad (1)$$

где $A_{ПР}$ – площадь поверхности гранулы, приближенно определяется площадью проекции описанной окружности на горизонтальную плоскость, см^2 ;

σ_{\max} – максимальное напряжение, МПа.

Теоретические исследования контактного взаимодействия гранул руды и верхнего слоя волокнистого материала позволили получить уравнение [1]

$$\frac{E \cdot k \cdot \rho_0 \cdot g}{\sqrt{h_{BC}^3}} \left[0,56d^2 \cdot W^{2,5} + W^{4,5} \cdot \operatorname{tg}\gamma \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\gamma} \right] = \sigma_{\max} \cdot A_{ПР}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости волокнистого материала, МПа; ρ_0 – объемная плотность волокнистого материала, кг/м³; g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²; k – поправочный коэффициент; h_{BC} – высота верхнего дренажного слоя, м; d – диаметр торца грани, м; W – перемещение гранул, м; γ – угол грани.

Расчеты, выполненные по формуле (2) для дренажного слоя волокнистого материала объемной плотностью $\rho_0=110$ кг/м³, высотой $h_{bc}=10$ мм, для гранул с малым углом граней $2\gamma=40^\circ$ в зависимости от высоты массива сооружения 3...10 м, определим значения перемещений в пределах 3,4...7,2 мм при напряжениях сжатия 8...26 МПа. С увеличением угла γ перемещения снижаются. Экспериментальные исследования многослойного волокнистого материала, нагруженного конусами из твердого материала с углами $2\gamma=40^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ показали хорошую сходимость результатов с теоретическими расчетами.

В процессе укладки дренажных слоев из геотекстиля в основания сооружений следует предусмотреть укладку защитного песчаного слоя, обеспечивающего снижение вероятности разрыва материала при падении крупных кусков горных пород с самосвалов.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования контактного воздействия горных пород на дренажные волокнистые среды показали надежность и прочность дренажей из волокнистых материалов.

Список литературы

1. Герасимов В.М. Волокнистые материалы в геотехнологии: монография. – Чита: ЧитГУ, 2010 – 207 с.
2. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. – М.: Высшая школа, 1985 – 352 с.
3. Субботин Ю.В., Овешников Ю.М., Авдеев П.Б. Процессы открытых горных работ: учебное пособие. – Чита: ЧитГУ, 2009 – 333 с.

Сведения об авторах:

Герасимов Виктор Михайлович – д.т.н., профессор кафедры «Строительство»;
Нижегородцев Евгений Иванович – к.т.н., доцент кафедры «Строительство».