

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОПОРНЫХ ПОРОДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, СООРУЖАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБКИХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПРОКЛАДОК

Проф., д.т.н. Касьян Н.Н., к.т.н. Негрей С.Г., асп. Хазипов И.В. (ДонНТУ)

В данной работе проведены лабораторные испытания опорного породного сооружения с разделением его на слои гибкими прокладками.

LABORATORY RESEARCH OF BEARING ROCK CONSTRUCTION WITH DIVIDING HIM OF FLEXIBLE FOUNDATION ON LAYERS

Kasyan N.N., Negrey S.G., Khazipov I.V. (DonNTU)

In this work were carried out research of bearing rock construction with dividing him of flexible foundation on layers.

Анализ известных способов охраны выемочных выработок со стороны выработанного пространства искусственными сооружениями из рядовой породы показывает, что наиболее перспективными являются опорные породные конструкции, при сооружении которых используются разделительные прокладки. Применение разделительных прокладок обеспечивает высокую грузонесущую способность породного сооружения, ширина которого соизмерима с мощностью пласта. При этом усадка породной опорной конструкции составляет 10-15% [1].

При сооружении породной конструкции необходимо проводить выравнивание поверхности каждого породного слоя перед укладкой жестких разделительных прокладок. Для повышения технологичности процесса возведения породных опорных конструкций было предложено деление на слои производить гибкими прокладками на тканевой основе. Проведение лабораторных испытаний предлагаемой породной конструкции показали, что материал ткани оказывает существенное влияние на усадку нагружаемого сооружения (30-70%). При этом установлено, что жесткость конструкции зависит не от прочности материала прокладки на разрыв, а от его шероховатости. Увеличение количества прокладок от одной до пяти приводит к уменьшению податливости породной конструкции с 65 до 20%. Дальнейшее увеличение количества прокладок не приводит к повышению жесткости конструкции [2].

Для повышения жесткости породных опорных конструкций было предложено в качестве гибких разделительных прокладок использовать металлическую сетку с размером ячеек соизмеримых с размером кусков породы. Также предлагается для

повышения жесткости опорной породной конструкции использовать ткань, которая в процессе ее сооружения укладывается в виде зигзага (рис. 1).

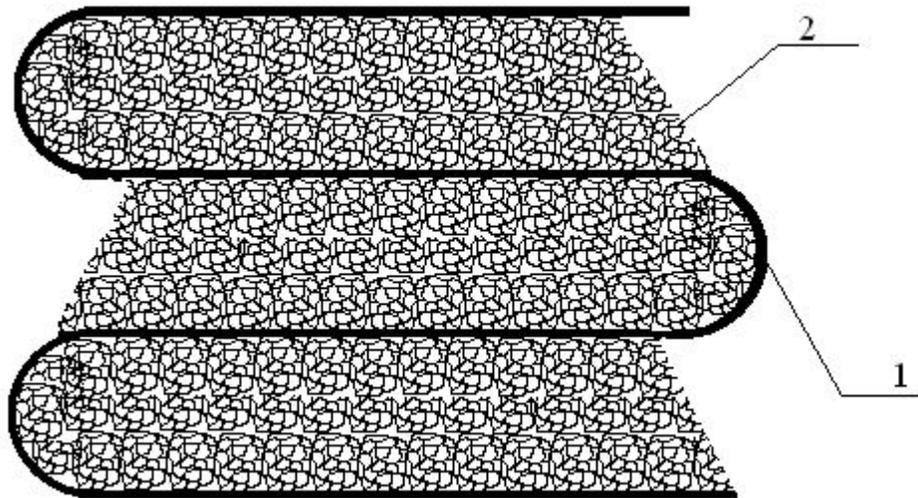


Рисунок 1 – Схема породной конструкции с зигзагообразной укладкой ткани: 1 – ткань; 2 – порода

Целью настоящей работы является определение нагрузочно-деформационной характеристики предлагаемой конструкции породных сооружений с использованием гибких разделительных прокладок.

Испытания проводились на плоском стенде размером 220×200×50 мм. Стенд с одной стороны закрывался жесткой стенкой, а с другой – плексиглазом толщиной 10 мм. В качестве породы в моделях использовалась щебенка с размером фракций 5-10 мм. Нагружение моделей производилось на 5-тонном прессе. Моделировалась мощность пласта 1 м. В качестве гибкой разделительной поверхности использовалась ткань (базовый вариант) и металлическая сетка с размером ячейки 5 мм. Породная конструкция разделялась на 3 и 4 слоя. Ширина породной конструкции равнялась мощности пласта. Интервал нагружения на начальной стадии испытаний составлял 50 кг, а на конечной – 200 кг. В моделях соблюдались критерии геометрического подобия, силового подобия и подобия механических характеристик.

В первой серии лабораторных испытаний моделируемая породная опорная конструкция разделялась по мощности пласта на 3 слоя. Мощность каждого слоя составляла 33 мм, что соответствует 0,33 м в натуре. В первой модели, которая была принята за базовую, в качестве ограничивающей поверхности использовалась ткань. Во второй модели в качестве ограничивающей поверхности использовалась металлическая сетка диаметром 0,5 мм с размером ячейки 5 мм. В третьей модели в качестве ограничивающей поверхности применялась ткань, которая укладывалась в опорной породной конструкции в форме зигзага. На

рисунке 2 показано состояние моделей породных опорных конструкций в начале испытаний.

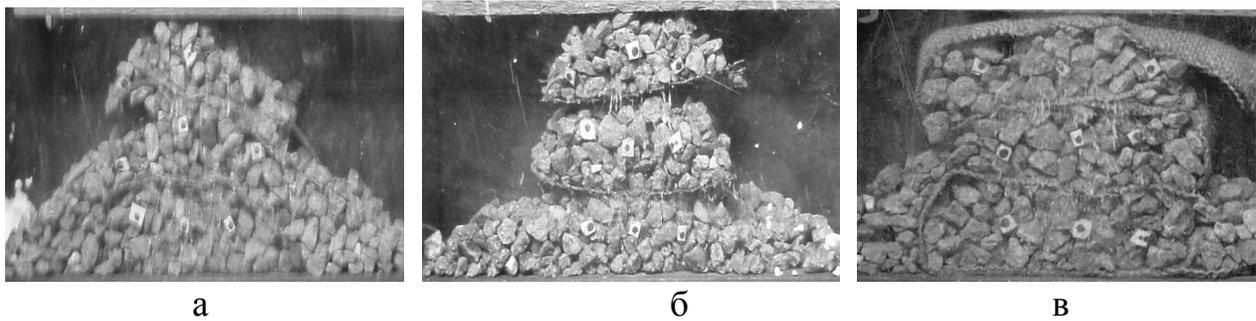


Рисунок 2 – Состояние моделей 1-й серии в начале испытаний: а – ткань; б – сетка; в – ткань, уложенная в виде зигзага

На рисунке 3 приведены результаты испытаний первой серии моделей. Анализ приведенных графиков зависимости величины продольной деформации моделей породных опорных конструкций от величины прикладываемых нагрузок показывает, что при нагрузке 100 кПа величина продольной деформации для моделей № 1, 2, и 3 составляет соответственно 10; 8,75; 6,75%.

Увеличение нагрузки до 400 кПа приводят к росту продольных деформаций в моделях № 1, 2 и 3 соответственно до 17,5, 18,5, 12,0 %. Т.е. увеличение нагрузки в 4 раза (с 100 до 400 кПа) приводит к увеличению продольных деформаций в этих моделях соответственно в 1,75; 2,1 и 1,8 раз.

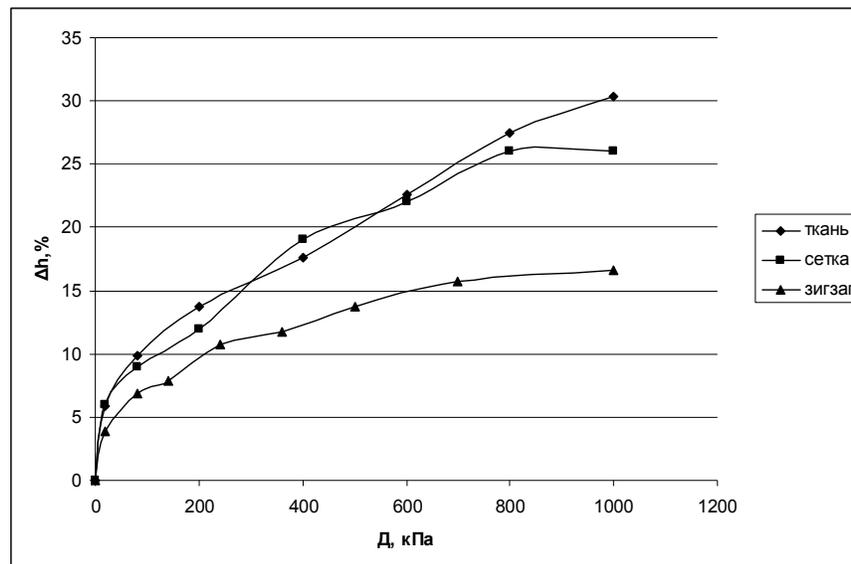


Рисунок 3 – Результаты испытаний 1-й серии моделей

Дальнейшее увеличение нагрузки до 1000 кПа вызывает увеличение продольной деформации в моделях до 30,5; 26 и 16, 25% соответственно.

На рисунке 4 показано состояние моделей породных конструкций после испытаний.

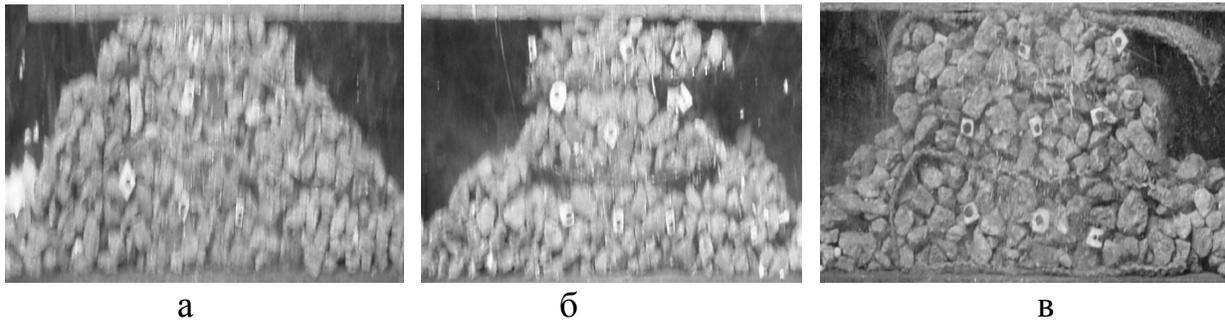


Рисунок 4 – Состояние моделей 1-й серии после испытаний: а – ткань; б – сетка; в – ткань, уложенная в виде зигзага

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что породная опорная конструкция, в которой тканевая ограничивающая поверхность уложена в форме зигзага, обладает наибольшей жесткостью. Ее продольная деформация (усадка) составляет 16,25% в то время, как породная конструкция с тканевой ограничивающей поверхностью, уложенной в горизонтальной плоскости, имеет продольную деформацию 30,5%, а с металлической сеткой – 26%.

Таким образом, при разделении породной опорной конструкции на 3 слоя наиболее эффективным является тканевая ограничивающая поверхность в форме зигзага.

При отработке моделей с разделением породной опорной конструкции на три слоя в каждом слое были заложены репера. По ним производилось измерение их смещений в горизонтальной плоскости, что позволило определить величину поперечной деформации пород в слое.

На рисунке 5 приведены графики зависимости величины поперечной деформации слоя (ΔS) от продольной деформации всей породной конструкции (Δh). Анализ графиков показывает, что при увеличении нагрузки на породные конструкции с увеличением продольных деформаций увеличиваются и поперечные деформации.

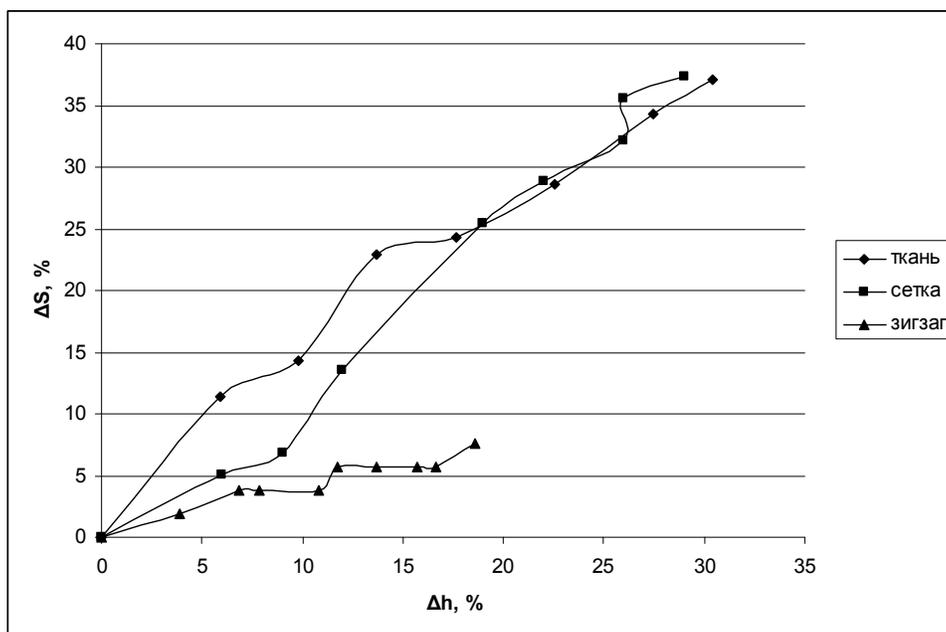


Рисунок 5 – Графики зависимости поперечной деформации (ΔS) от продольной деформации (Δh)

Так при величине нагрузки 1000 кПа соотношение между величиной поперечных деформаций слоя (ΔS) к величине продольных (Δh) для моделей № 1, 2 и 3 составили 1,23; 1,3 и 0,38 соответственно. Следовательно, большей жесткостью обладают породные конструкции, в которых это соотношение имеет меньшее значение.

Во второй серии лабораторных испытаний моделируемая опорная конструкция разделялась по мощности пласта на 4 слоя. Мощность каждого слоя составляла 25 мм, что соответствует 0,25 м в натуре. На рисунке 6 показано состояние моделей породных опорных конструкций до начала испытаний.

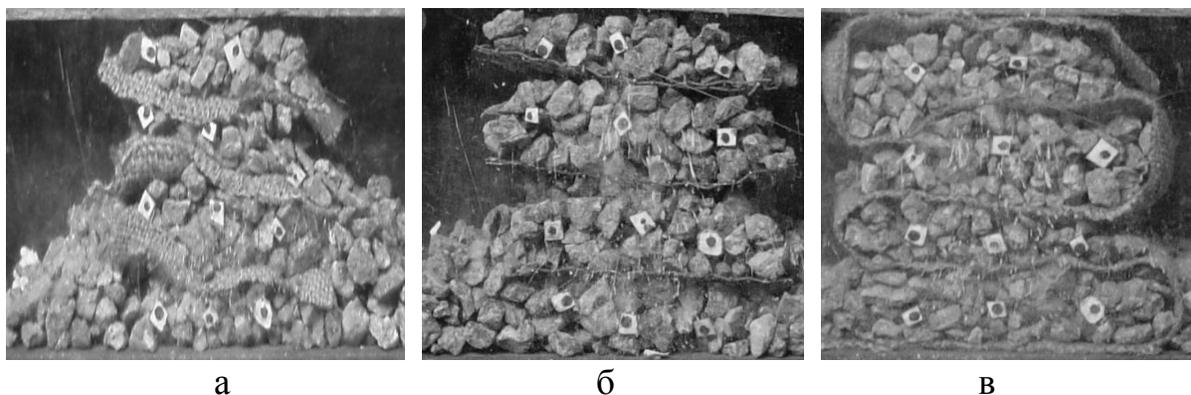


Рисунок 6 – Состояние моделей 2-й серии до начала испытаний: а – ткань; б – сетка; в – ткань, уложенная в виде зигзага

На рисунке 7 приведены результаты испытаний второй серии моделей (№4 – разделение на слои тканью; №5 – сеткой; №6 – ткань, уложенная зигзагом).

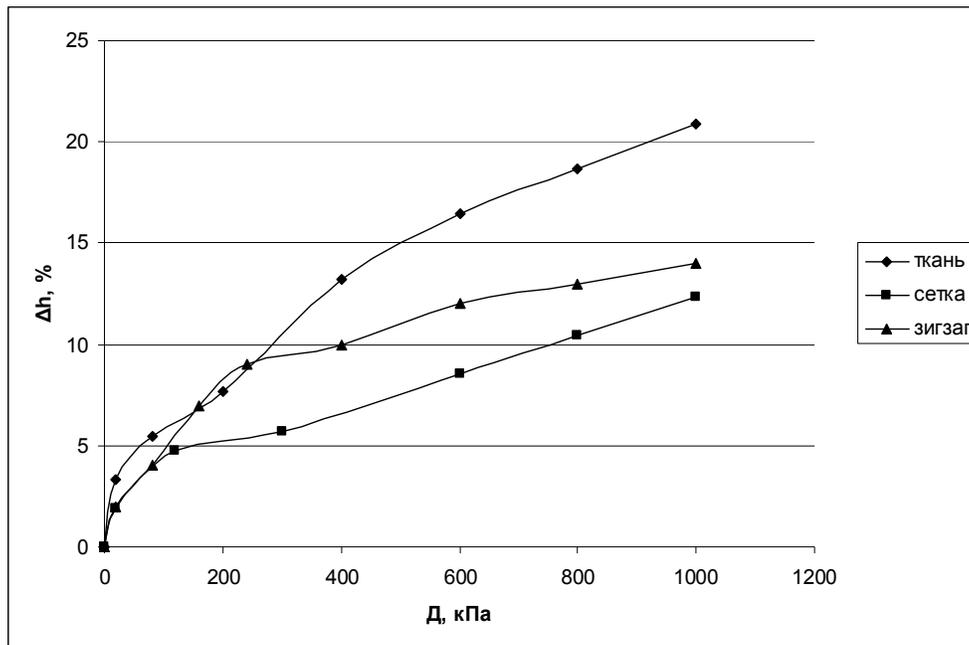


Рисунок 7 – Результаты испытаний 2-й серии моделей

Анализ приведенных графиков зависимости величины продольной деформации моделей породных опорных конструкций от величины прикладываемой нагрузки показывает, что при нагрузке 100 кПа величина продольной деформации испытываемых моделей соответственно составляет 5,07; 4,1 и 4,1%. Увеличение нагрузки до 400 кПа вызвало увеличение продольной деформации моделей до 13, 6,8 и 10% соответственно. При нагрузке 1000 кПа значения продольных деформаций составили 21; 12,5 и 14% соответственно.

Таким образом, при разделении опорной породной конструкции на 4 слоя наиболее жесткой является сооружение, в котором в качестве ограничивающей поверхности выступает металлическая сетка. Практически такой же жесткостью (разность величин продольной деформации 1,5%) обладает породная конструкция с ограничивающей поверхностью в виде зигзага на тканевой основе. Наиболее податливой ($\Delta h=21\%$) является конструкция с разделением породных слоев тканью.

На рисунке 8 показано состояние моделей породных опорных конструкций после испытаний.

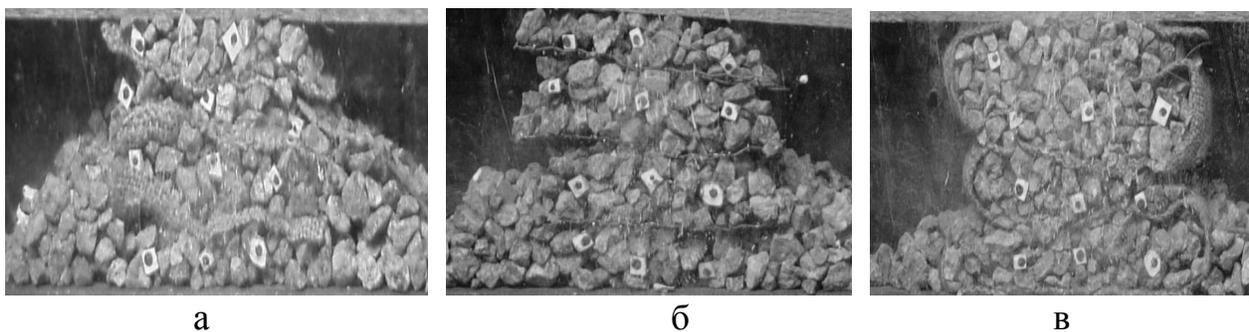


Рисунок 8 – Состояние моделей 2-й серии после испытаний: а – ткань; б – сетка; в – ткань, уложенная в виде зигзага

На рисунке 9 приведены графики зависимостей величины поперечной деформации слоя в средней части конструкции (ΔS) от величины продольной деформации всей породной конструкции (Δh). Анализ графиков показывает, что, как и в предыдущей серии моделей, с увеличением нагрузки рост деформации вызывает увеличение поперечных деформаций. Но эта зависимость не является строго пропорциональной.

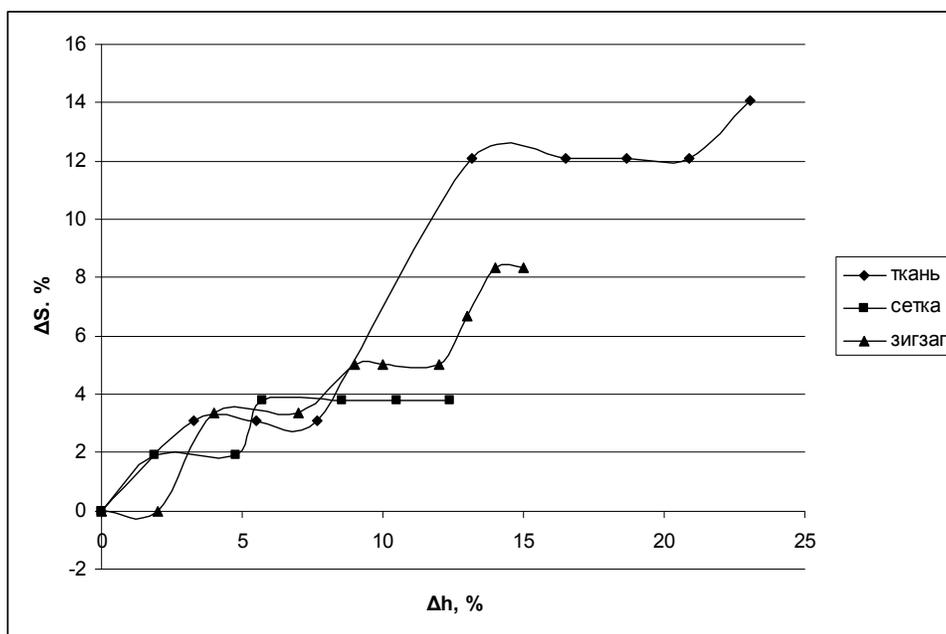


Рисунок 9 – Графики зависимости поперечной деформации (ΔS) от продольной деформации (Δh)

Во всех моделях при росте продольных деформаций с увеличением нагрузки наблюдается ступенчатое изменение поперечных деформаций. На наш взгляд, это связано с нарушением предельного равновесного состояния пород, находящихся в слое.

Как и в предыдущих моделях (№ 1, 2, 3), более жесткие породные конструкции обладают меньшим отношением между величиной поперечных деформаций слоя (ΔS) к продольным (Δh). Для моделей № 4, 5, 6 эти соотношения составили 0,6; 0,3 и 0,5 соответственно.

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что предлагаемые конструкции породных опорных сооружений имеют высокую несущую способность при усадке 12-14%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иващенко В.Д., Артамонов В.Н., Кузык И.Н., Сердюченко М.В. Способы повышения жесткости породных опор // Известия высших учебных заведений, Горный журнал. – 1994. – Вып.3. – с. 50-52.
2. Касьян Н.Н., Иващенко В.Д., Хазипов И.В., Лабынцев В.Ю. // Miedzynarodowa konferencja. – VIII Szkola Geomechaniki 2007. – с.89-95.