

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Кирсанов А.К.

Научный руководитель канд. техн. наук Курчин Г.С.

*Сибирский федеральный университет*

*Институт горного дела, геологии и геотехнологий*

Неметаллические полезные ископаемые играют значительную роль в экономике всех стран, определяемую широкомасштабным многоцелевым использованием в производстве промышленной и сельскохозяйственной продукции, при создании наукоемких технологий и получении конструкционных материалов, композитов, специальной керамики. Отдельные виды нерудных строительных материалов относятся к стратегическому сырью. Суммарный объем продукции, производимой на основе неметаллов, в развитых странах превышает объем металлорудной в два раза и более, в слаборазвитых странах соотношение обратное.

Камерно-столбовая система разработки конструктивно проста и полностью удовлетворяет условиям добычи нерудного сырья. Коэффициент извлечения из недр при камерно-столбовых системах значительно ниже, нежели при системах с обрушением, однако экологическое воздействие при системах с обрушением все же весьма высоко, некоторые участки земель существенно проседают, образуются провалы. Поэтому экологически безопасной технологией отработки нерудного сырья, удовлетворяющей всем требованиям добычи нерудного строительного сырья, является подземная отработка месторождений камерно-столбовыми системами.

Поскольку основные потери полезного ископаемого при камерно-столбовых системах формируются в различного рода целиках, то создание методики расчета рациональных параметров целиков при добыче нерудных полезных ископаемых является первоочередной задачей.

В основу расчетов параметров междукамерных целиков были положены методики С.Г. Борисенко, А.А. Иливицкого, Л.Д. Шевякова, В.С. Сероштана и М. Стаматиу. По каждой из перечисленных методик был проведен анализ работоспособности, который включал расчет зависимости изменений ширины целика от различных горно-геологических и горно-технических условий залегания. Были построены графики зависимостей от глубины залегания ( $H$ ), ширины и высоты камеры ( $A$  и  $h_k$ ), предела прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$  и др.

При определении основных параметров, влияющих на ширину междукамерных целиков в основу расчета положены данные с месторождений, на которых производится подземная добыча гипса и ангидрита (табл. 1).

Таблица 1 - Основные исходные данные для расчетов

№ п.п.	Параметр	Условное обозначение	Значение
1	Глубина залегания, м	$H$	65-305
2	Объемная плотность налегающих пород, $\text{кН/м}^3$	$\gamma$	27
3	Объемная плотность материала целика, $\text{кН/м}^3$	$\gamma_1$	22,54
4	Высота камеры (целика), м	$h_k$	3-33
5	Ширина (пролет) камеры, м	$A$	5-15
6	Коэффициент запаса прочности целика	$n$	1,2-3,2
7	Предел прочности на сжатие, МПа	$\sigma_{сж}$	30-80

Проведенный анализ показал, что при изменении определенных параметров некоторые методики расчетов дают значение, которое не соответствует требованию (завышенное или заниженное) (рис.1,2).

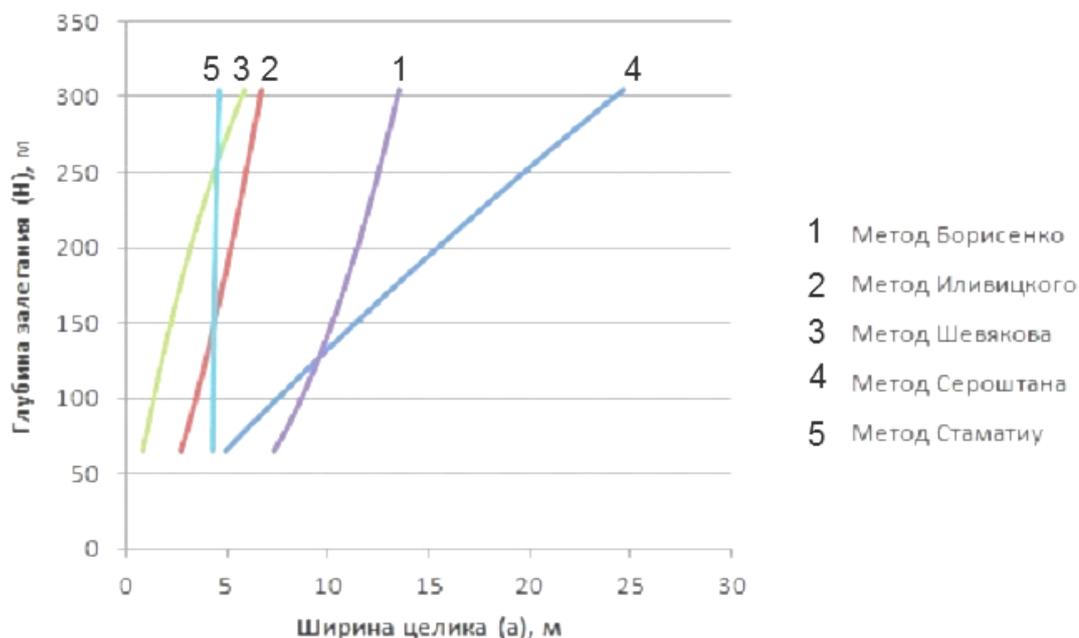


Рисунок 1 - Зависимость ширины целика от глубины залегания

На рис. 1 показана зависимость ширины целика от глубины залегания полезного ископаемого. Из графика видно, что при расчете по методикам С.Г. Борисенко и В.С. Сероштана устойчивая ширина целика линейно возрастает с повышением глубины залегания пласта. Результаты расчетов по методике М. Стаматиу дают незначительное увеличение ширины целика, исходя из этого можно сделать вывод, что эта методика слабо зависит от глубины залегания и вряд ли является работоспособной для указанных условий. Методика Л.Д. Шевякова при малой глубине залегания дает малые значения, и только на глубине 250 м по этой методике происходит корректировка. Из всех проанализированных методик наиболее удовлетворительными можно считать значения полученные по формуле А.А. Иливицкого. Данные параметры целиков близки к фактическим параметрам применяемым на практике.

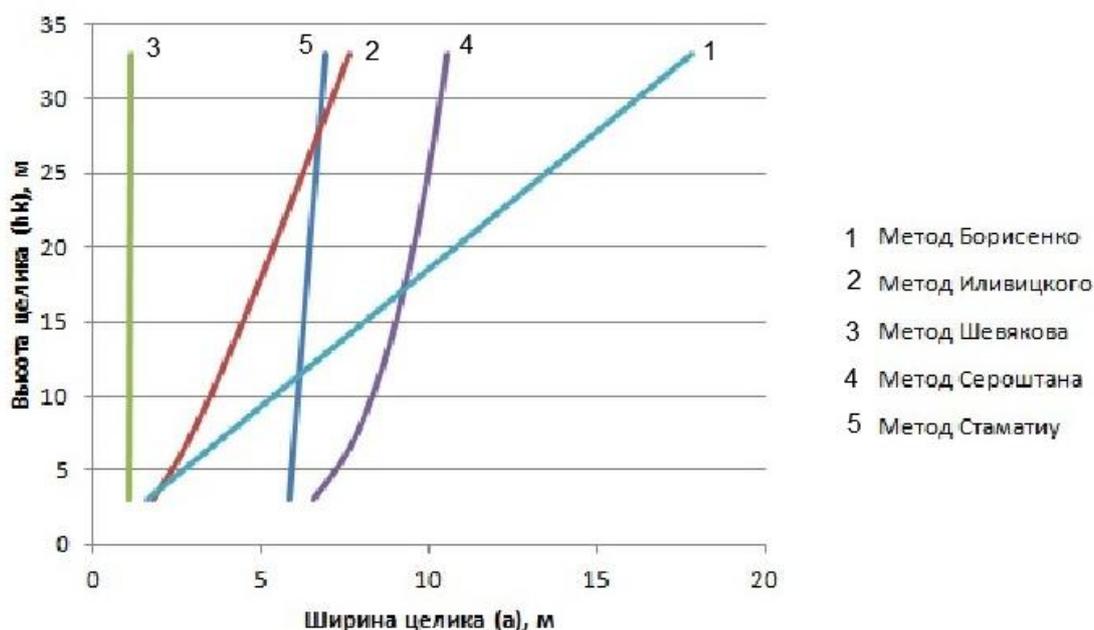


Рисунок 2 - Зависимость ширины целика от высоты камеры (целика)

На рис.2 показана зависимость изменения ширины целика от его высоты. На этом графике видно, что по методикам Л.Д. Шевякова и С.Г. Борисенко практически нет зависимости от высоты камеры. Методика В.С. Сероштана, как и в случае с зависимостью от глубины залегания изначально дает высокий результат и по мере увеличения высоты продолжает линейно возрастать. Расчеты по методике М. Стаматиу дают слишком завышенные значения. По методике Иливицкого наиболее близкие результаты к практике отработки месторождений в аналогичных условиях.

Расчет по методике А.А. Иливицкого производят главным образом на давление от веса столба налегающих пород с площадью поперечного сечения, равной площади камеры, причем высота этого столба, согласно исследованиям И.Д. Ривкина, не превышает 3,5 – 4,0 максимальных величин высоты камеры.

Ширину целика определяют из уравнения:

$$1000\sigma_{сж} a^2 - (N\gamma + h_k \gamma_1) n h_k a - N\gamma h_k n A = 0,$$

где  $N$  – глубина заложения камеры, м;  $\gamma$  – объемная плотность налегающих пород,  $\text{кН/м}^3$ ;  $h_k$  – высота камеры (целика), м;  $\gamma_1$  – объемная плотность материала целика,  $\text{кН/м}^3$ ;  $A$  – ширина (пролет) камеры по простиранию, м.

Поэтому на сегодняшний день актуальной является задача по разработке новой, или усовершенствованию одной из уже существующих методик расчетов, которая соответствовала бы условиям отработки нерудных полезных ископаемых.

Полученные результаты можно будет легко адаптировать для программного продукта для ПК, что значительно упростит дальнейшие расчеты по определению оптимальных размеров целиков на месторождениях, добывающих нерудные строительные материалы.

Поставленные задачи решаются коллективом авторов кафедр «Шахтное подземное строительство» и «Подземная разработка месторождений» в рамках гранта президента РФ молодым кандидатам наук МК 3749.2012 5.