Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский горный университет

Отработка мощных калийных пластов комбинированными системами с селективным извлечением сильвинитовых слоев

Выполнил : ассистент профессора
студент группы ТПП-12 Волчок М.С.

Научный руководитель:
к.т.н., доцент каф. РМПИ Сиренко Ю.Г.

Строение нижнего сильвинитового (III калийного) пласта

Слой	Наименование слоев	m, м	KCl, %	Н.О., %
VI		0.25	45.17	4.98
V–VI		0.75	6.28	18.66
V		0.20	40.97	6.38
IV–V		0.69	5.53	18.20
IV	Верхний слой Третьего калийного пласта	1.25	35.8	7.53
III–IV		0.97	1.52	7.19
III	Нижний слой Третьего калийного пласта	0.83	38.00	3.65
II–III		0.53	6.89	7.05
II		0.65	51.28	2.16
I–II		0.63	3.15	5.01
I		0.3	38.12	1.31
	Подстилающая каменная соль			

– сильвинит
– глина
– карналлит
– каменная соль
– доломит
– известняк

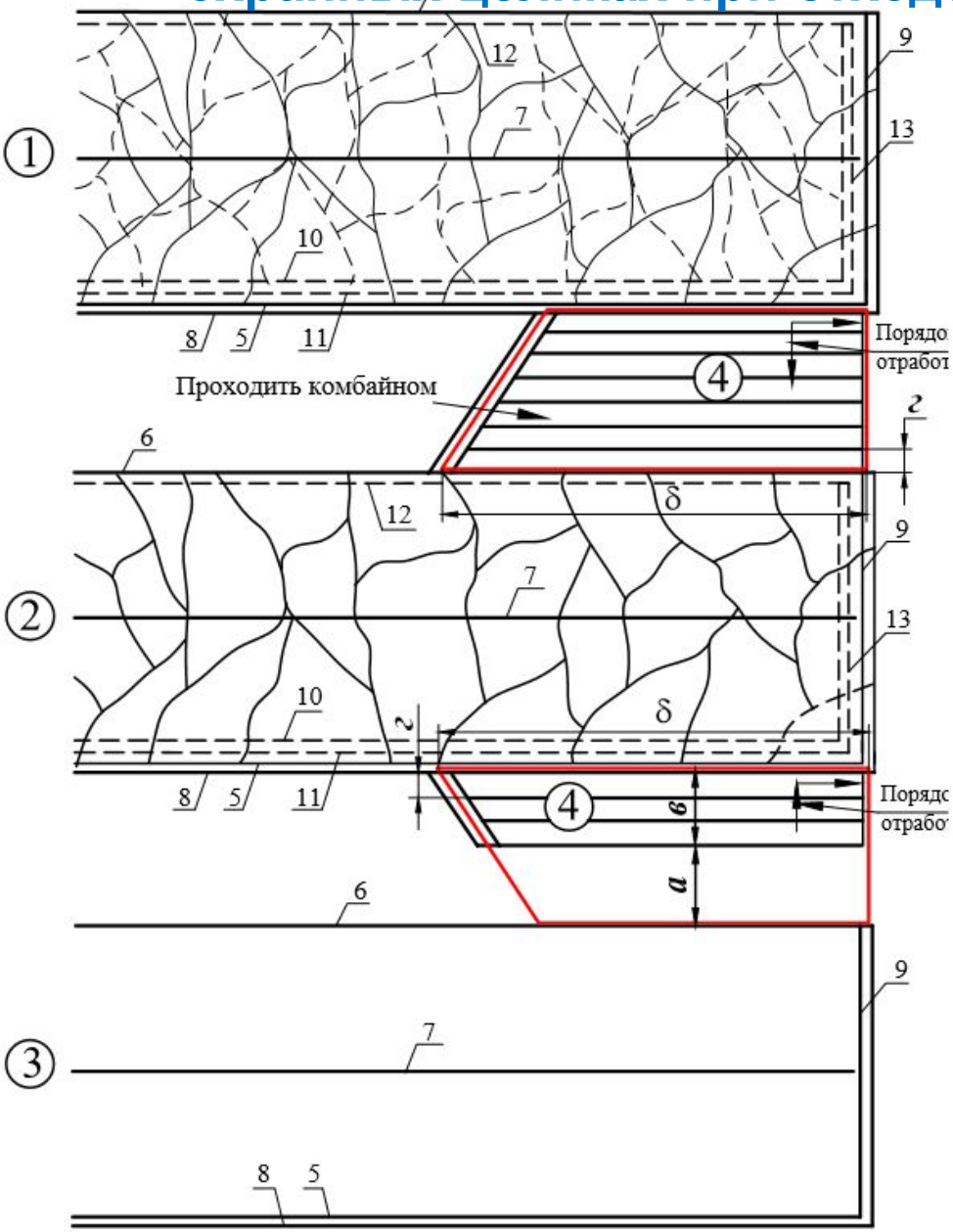
Строение II калийного пласта

Слой	Наименование слоев	m, м	KCl, %	Н.О., %
II	Верхний сильвинитовый	0.76	35.64	4.89
I–II	Средний галитовый	0.63	2.60	9.09
I	Нижний сильвинитовый	0.89	38.60	4.24

– сильвинит
– галит

БЕЛАРУСЬКАЛИЙ

Схема создания зон <смягчения> позади лавы и в межстолбовых охранных целиках при отходе лав от монтажных штреков

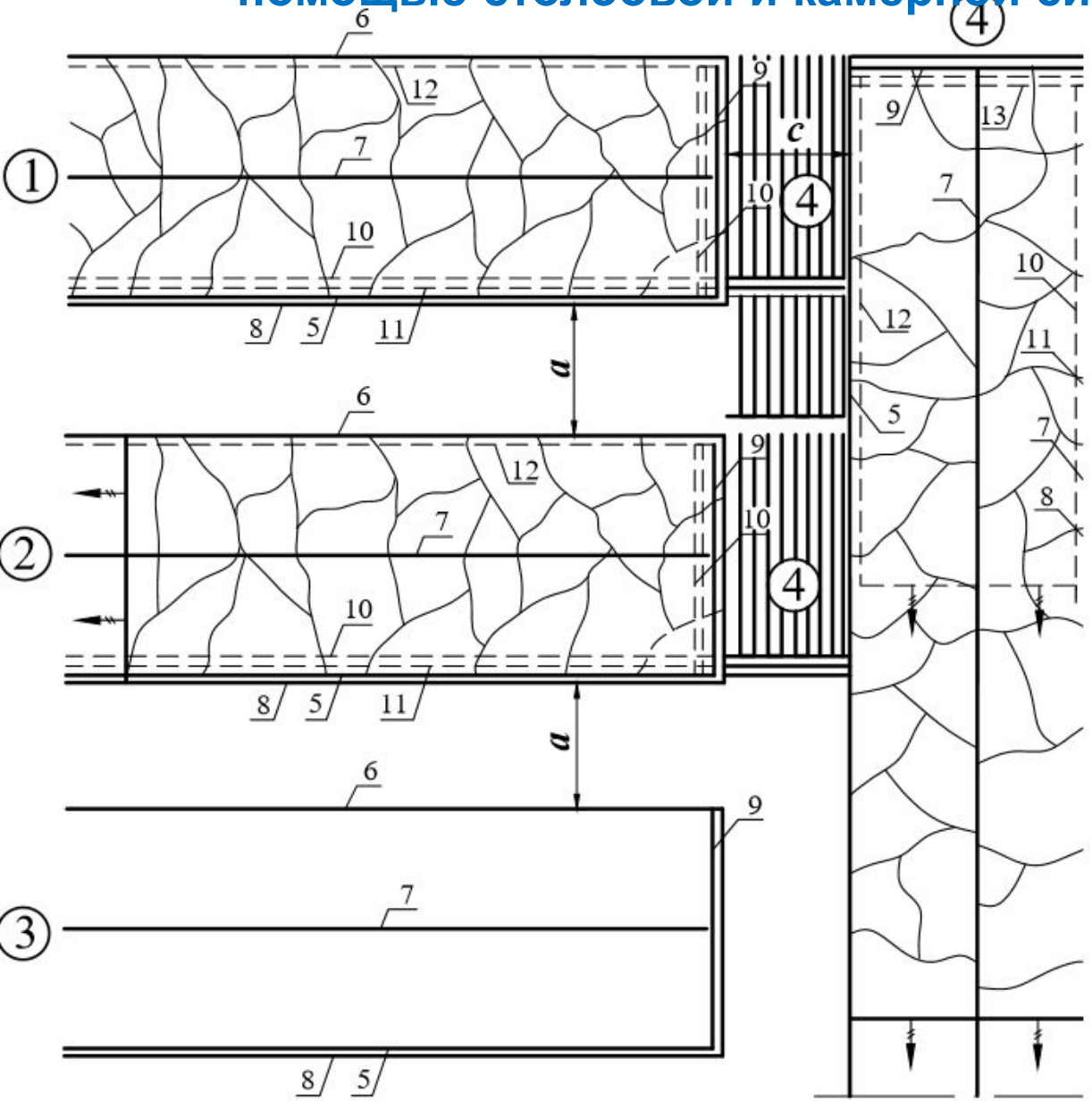


Слой		Наименование слоев	m, м	KCl, %	Н.О., %
VI			0.25	45.17	4.98
V–VI			0.75	6.28	18.66
V			0.20	40.97	6.38
IV–V			0.69	5.53	18.20
IV		Верхний слой Третьего калийного пласта	1.25	35.8	7.53
III–IV			0.97	1.52	7.19
III		Нижний слой Третьего калийного пласта	0.83	38.00	3.65
II–III			0.53	6.89	7.05
II			0.65	51.28	2.16
I–II			0.63	3.15	5.01
I			0.3	38.12	1.31
		Подстилающая каменная соль			

– сильвинит – глина – карналлит
– каменная соль – доломит – известняк

5, 6, 7, 8, 9 – конвейерный, транспортный, вентиляционный, разгружающий и монтажные штреки верхней лавы соответственно;
10, 11, 12, 13 – конвейерный, транспортный, вентиляционный и монтажные штреки нижней лавы соответственно

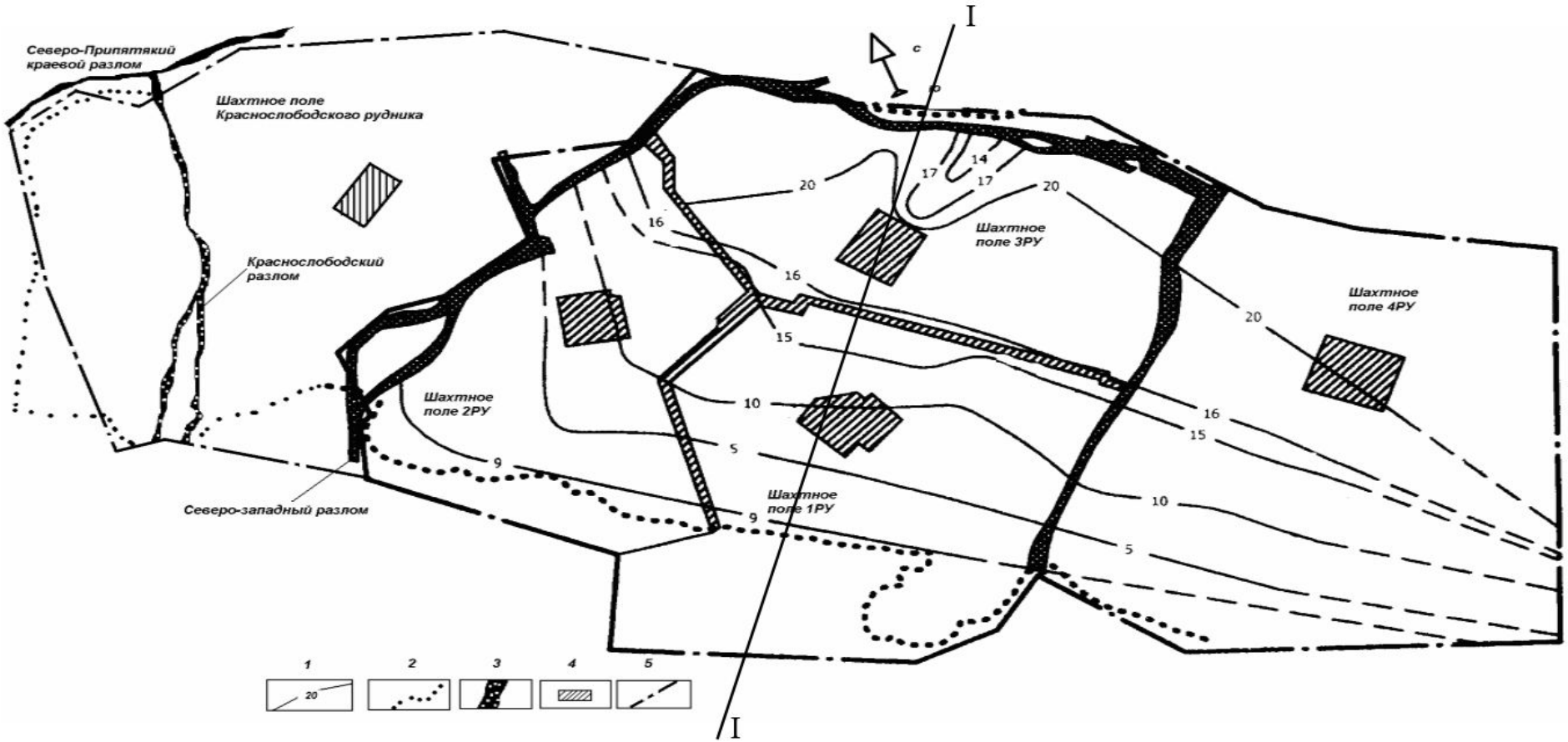
Схема создания зон <смягчения> позади монтажных штреков лав с помощью столбовой и камерной систем разработки



5, 6, 7, 8, 9 – конвейерный, транспортный, вентиляционный, разгружающий и монтажные штреки верхней лавы соответственно;
10, 11, 12, 13 – конвейерный, транспортный, вентиляционный и монтажные штреки нижней лавы соответственно

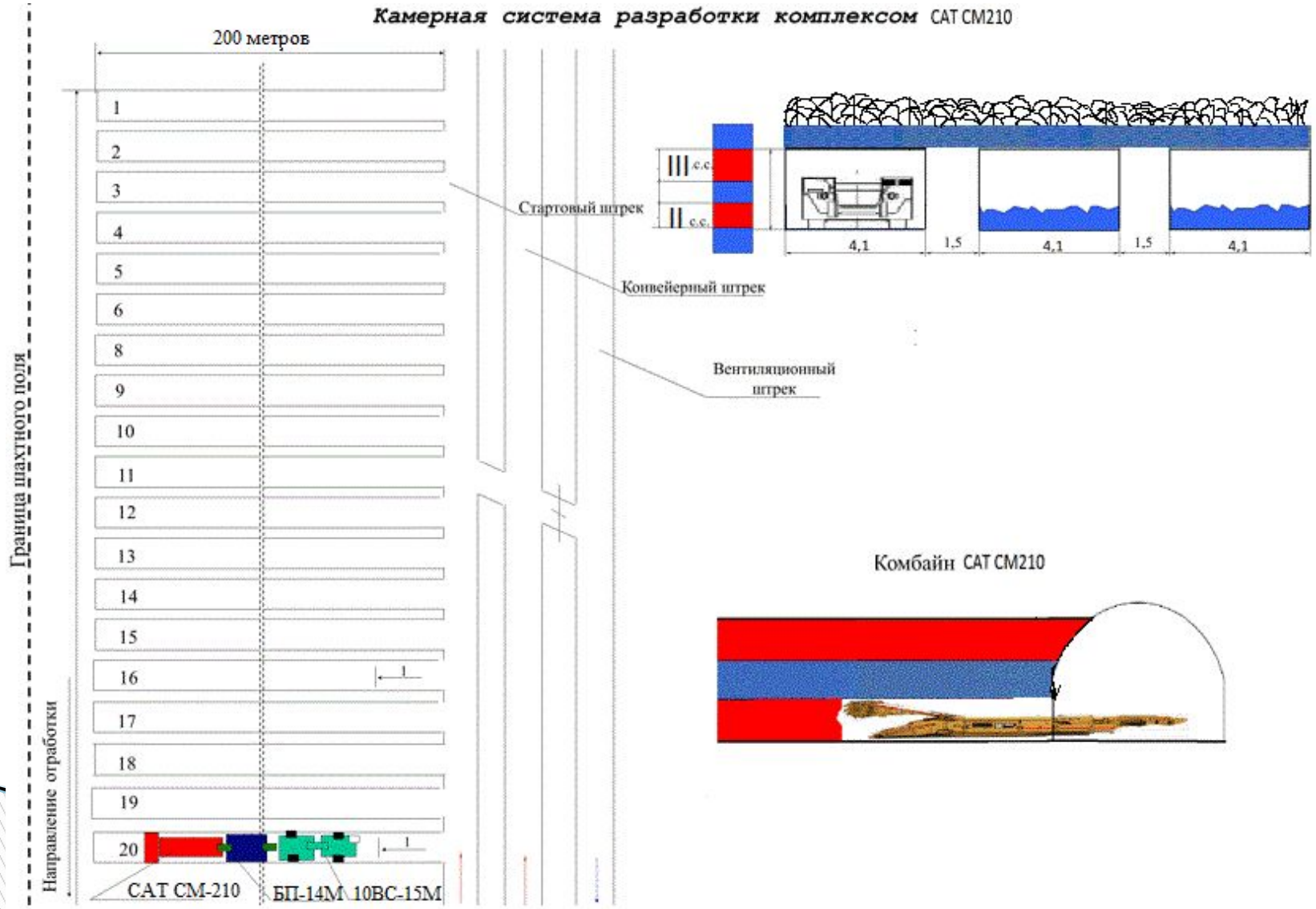
1 2 3 - номер выемочного столба; 4 - зона "смягчения"

Схема геолого-промышленного районирования Старобинского месторождения

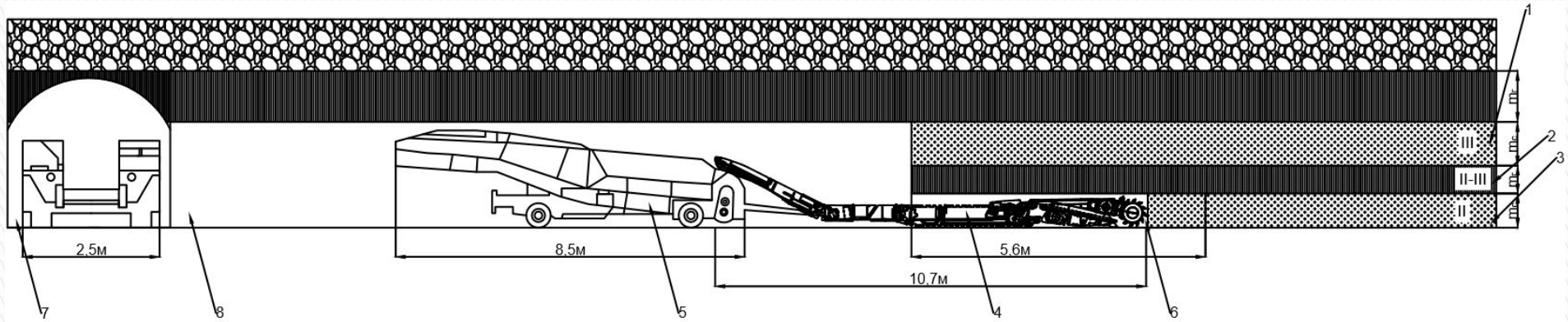


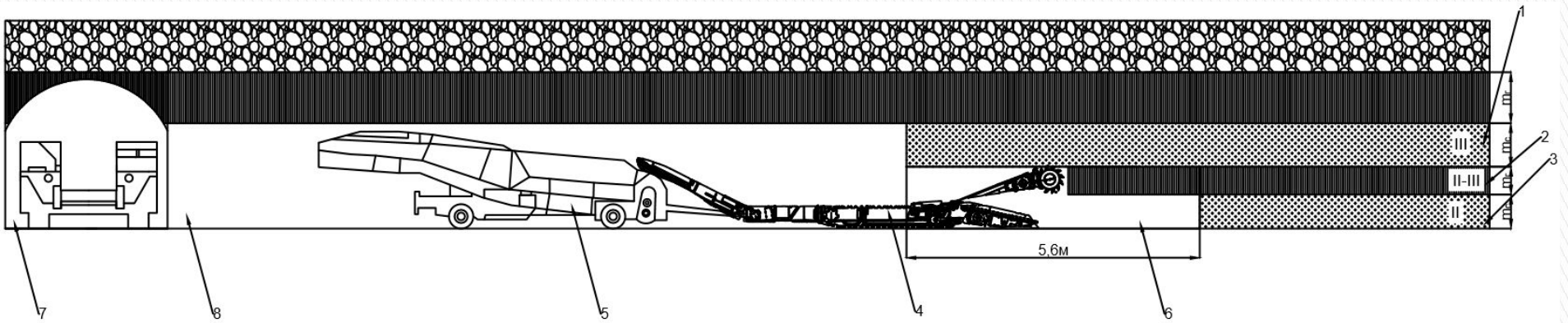
1 - изолинии содержания слабых прослойков; 2 – контур выклинивания Третьего калийного пласта; 3 – тектонические нарушения; 4 – целики; 5 – границы шахтных полей

Принципиальная технологическая схема селективной камерной выемки нижнего сильвинитового слоя



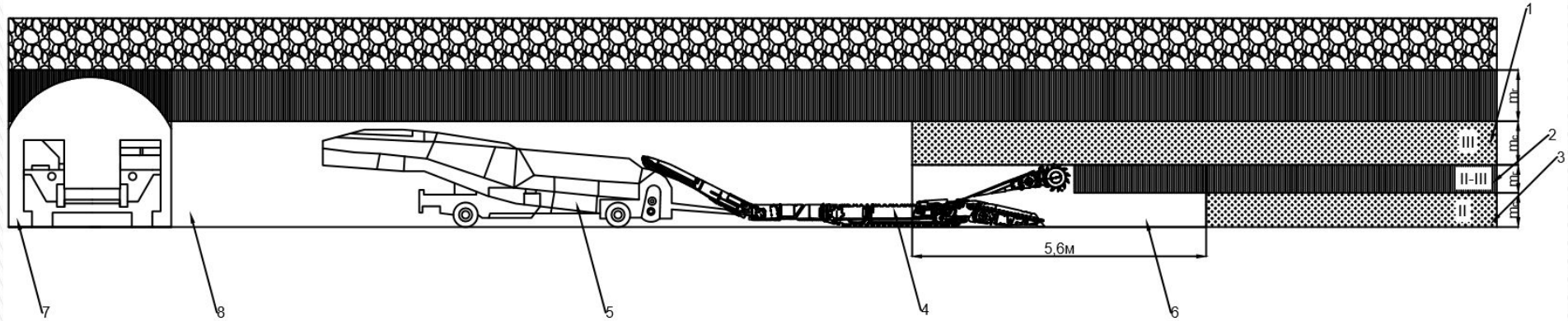
Способ разработки послойного извлечения мощных калийных пластов RU 2 722 137 C1

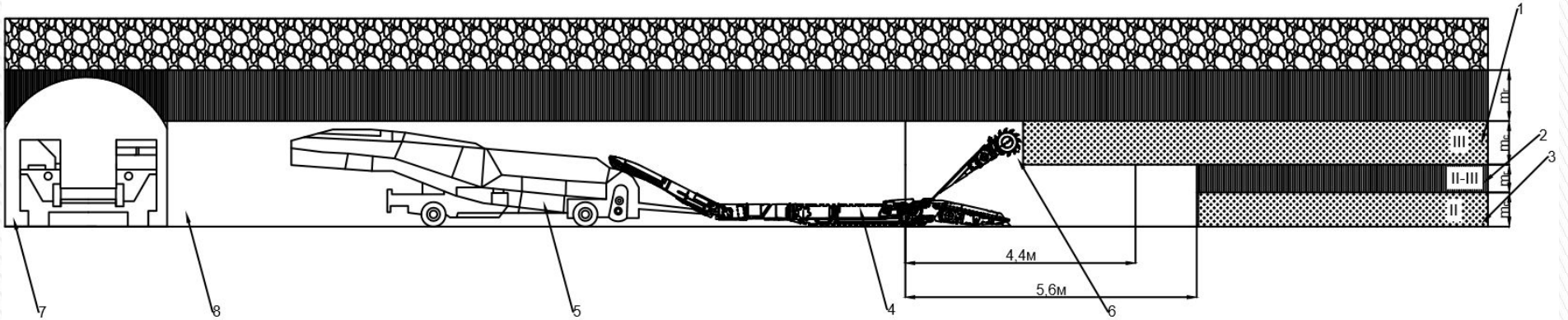




1-Верхний слой сильвинита (the top layer of sylvite);
2-Слой галита (layer of halite);
3-Нижний слой сильвинита (the bottom layer of sylvite);
4-Добычной комбайн (mining harvester);
5-Транспортное средство (transport support);
6-Отрабатываемая камера (excavated chamber);
7-Подготовительная выработка (development workings);
8-Заезд (entry into working);

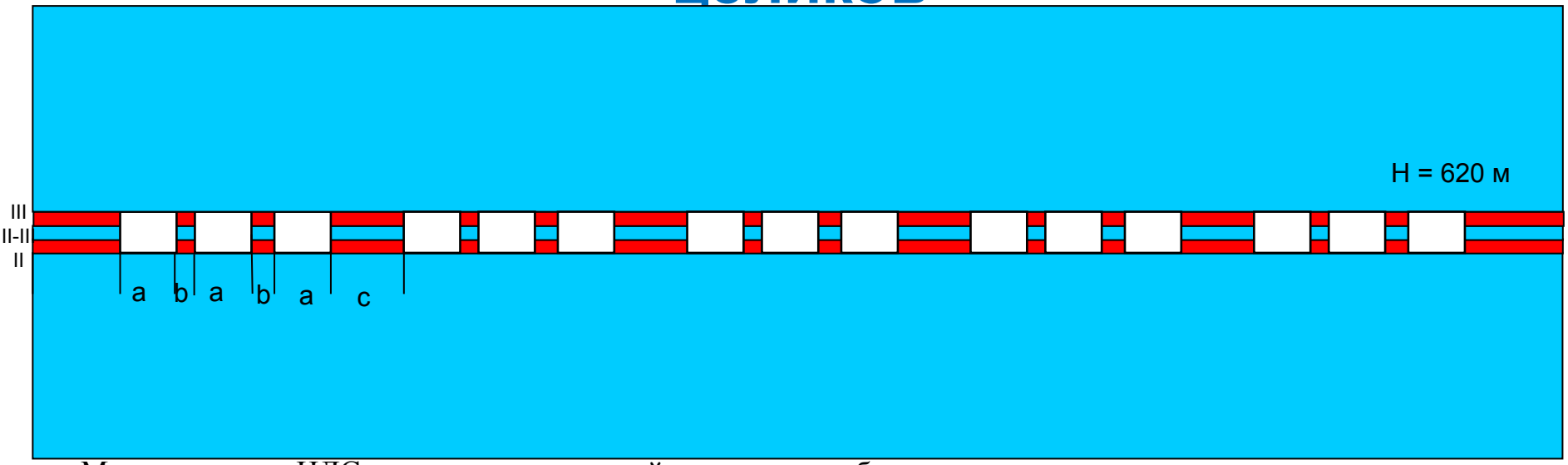
Способ разработки послойного извлечения мощных калийных пластов RU 2 722 137 C1





1-Верхний слой сильвинита (the top layer of sylvite);
2-Слой галита (layer of halite);
3-Нижний слой сильвинита (the bottom layer of sylvite);
4-Добычной комбайн (mining harvester);
5-Транспортное средство (transport support);
6-Отрабатываемая камера (excavated chamber);
7-Подготовительная выработка (development workings);
8-Заезд (entry into working);

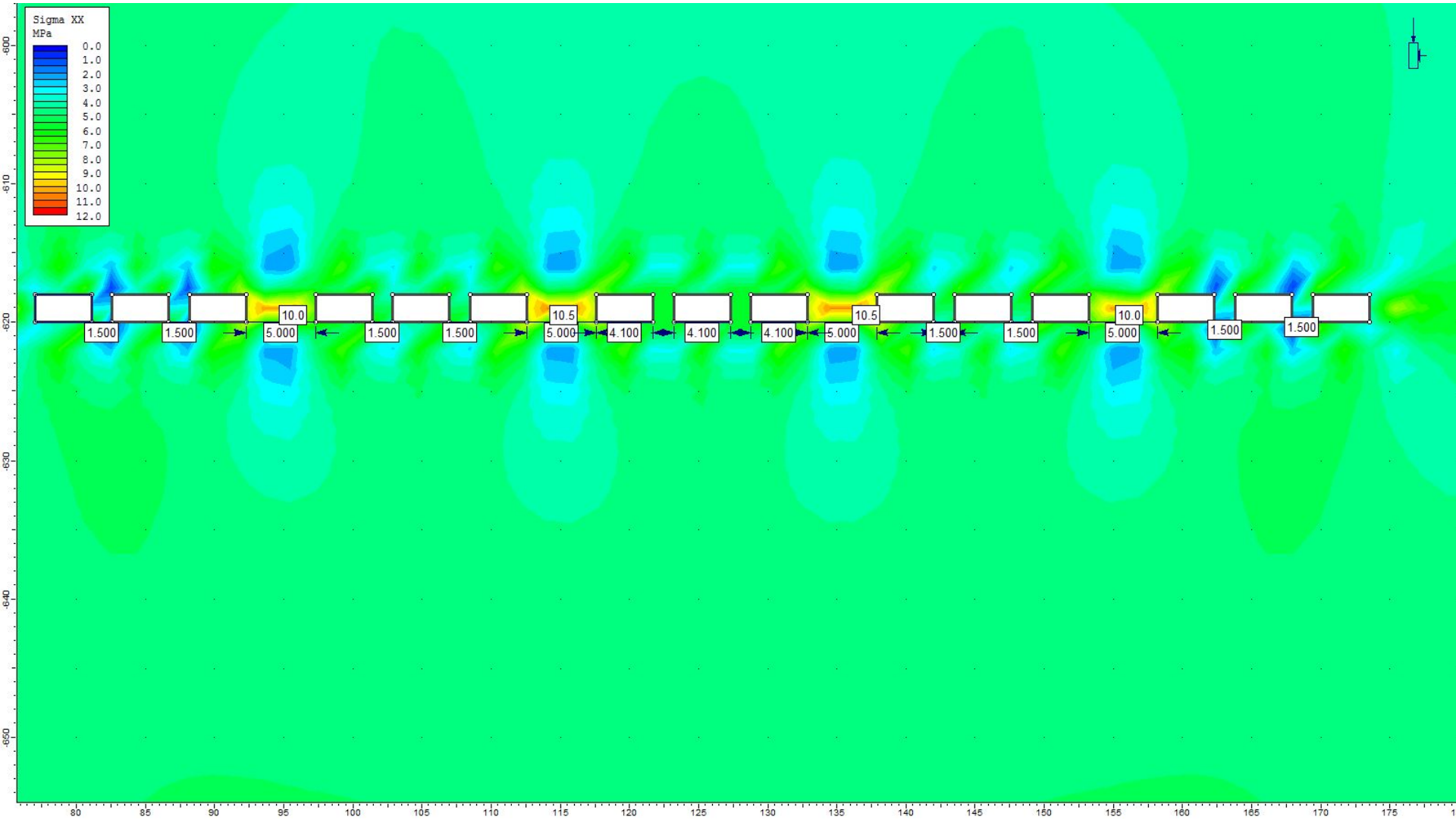
Компьютерное моделирование с целью определения устойчивых размеров камер и целиков



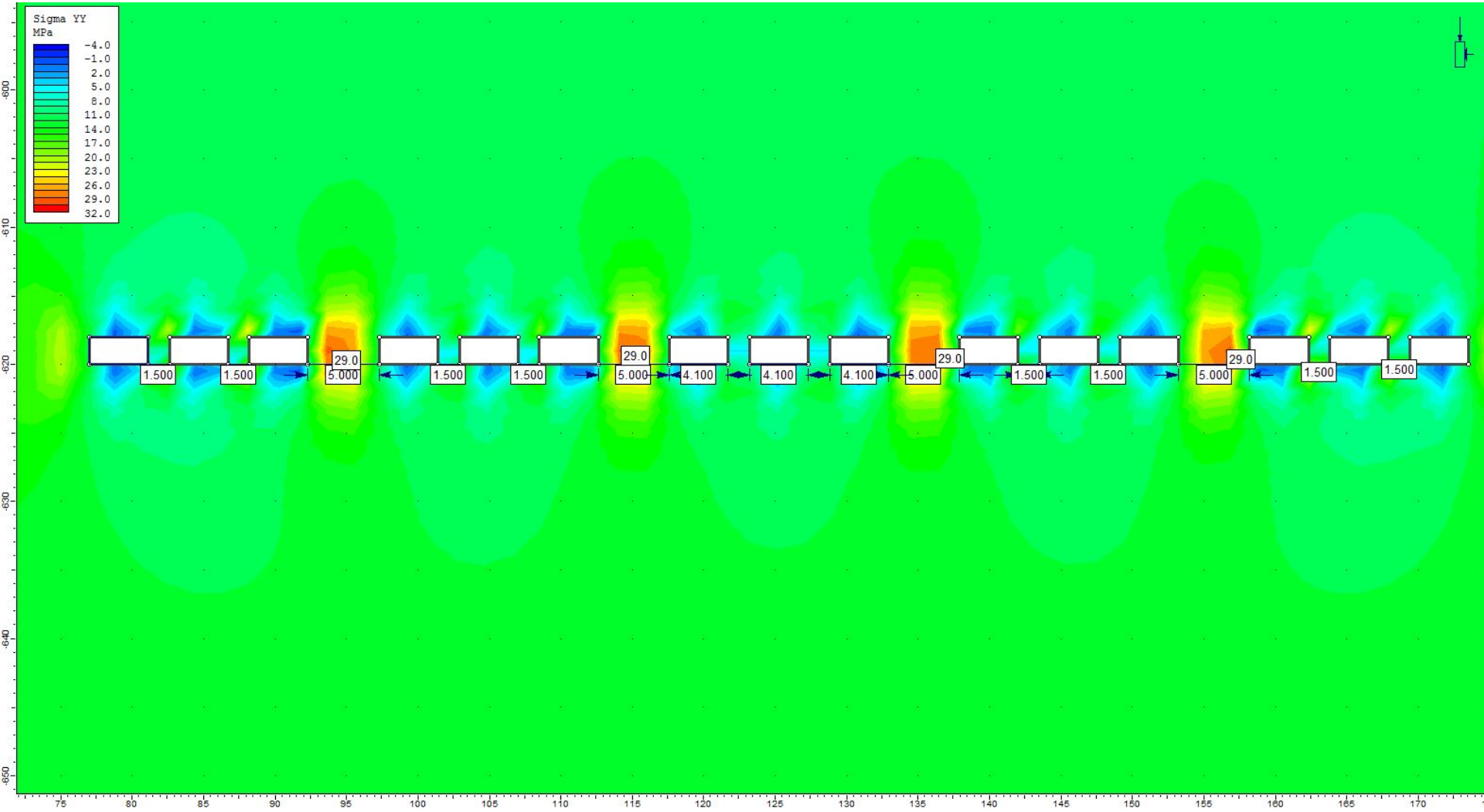
Модель расчета НДС массива при камерной системе разработки с трехходовыми камерами и оставлением жестких целиков

a=4,1м
b=1,5м
c=5м

Напряжения по оси X



Напряжения по оси Y



Экономическая эффективность

Приведенные затраты:

$$П = \frac{Э + E \cdot K}{A}$$

Где: Э – суммарные годовые эксплуатационные затраты, у.е.;

Е – коэффициент эффективности капиталовложений, Е=0,15;

К – капитальные затраты, у.е.;

А – объем произведенного концентрата, т.

Расчет приведенных затрат по I варианту при работе одного комбайна Урал 10КС:

$$П = \frac{Э + E \cdot K}{A} = \frac{5497258 + 0{,}15 \cdot 5 \cdot 10^6}{238063.61} = 26{,}24 \text{ у.е./т}$$

Расчет приведенных затрат по II варианту при работе одного комбайна CAT CM210:

$$П = \frac{Э + E \cdot K}{A} = \frac{10370226 + 0{,}15 \cdot 15 \cdot 10^6}{1035192{,}6} = 12{,}19 \text{ у.е./т}$$

Таким образом, по результатам расчета приведенных затрат по первому (при работе одного комбайна Урал-10КС) и второму (при работе одного комбайна CAT CM210) технологическому варианту видно, что второй вариант экономически эффективнее на 14 у. е. за одну тонну концентрата.

Заключение

1. Разработаны эффективные технологические схемы селективного доизвлечения запасов калийных руд
2. Обоснованы горно-геомеханические параметры технологической схемы (ширина камер и целиков)
3. За счет снижения разубоживания повышается содержание полезного компонента (KCl) в рудной массе, поступающей на обогатительную фабрику
4. Сокращение площади под складирование отвалов, что влечёт за собой положительный экологический эффект от снижения засоления земельных угодий
5. Доказана экономическая целесообразность предложенных решений.

В ходе исследований было опубликовано 3 патента, 5 печатных работ.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

ОБЪЕМ ДОБЫЧИ РУДЫ В НАТУРЕ ГОРНЫМИ БРИГАДАМИ

№№ п/п	Марка и № комбайна	Объем добычи руды в натуре (тонн)			
		2014 год	2015 год		
			план	факт	
РУДНИК ПЕРВОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ					
1	Урал-10А № 94	350 880	229 539	230 716	
2	Урал-10А № 103	351 474	207 650	209 560	
3	Урал-10А № 114	240 527	205 031	207 140	
4	Урал-10А № 123	278 579	204 430	206 819	
5	Урал-10А № 102	147 795	254 367	257 049	
6	КПО-10,5А №2	26 341	218 636	221 972	
РУДНИК ВТОРОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ					
7	КРП-3 № 3	149 390	220 490	225 047	
8	ПКС-8 № 11	173 117	246 070	249 942	
9	ПКС-8 № 16	220 218	167 478	174 763	
РУДНИК ТРЕТЬЕГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ					
10	ПКС-8 № 105	214 086	164 800	171 503	
11	ПКС-8 № 106	143 087	154 000	165 333	
РУДНИК ЧЕТВЕРТОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ					
12	КРП-3 № 2	247 254	176 200	186 493	
13	СМ-2В	75 919	85 545	91 142	

Наименование параметра	Сильвин	Каменная соль
Предел прочности на растяжение, МПа	3,01	3,01
Предел прочности на сдвиг, МПа	0,3	0,3
Модуль Юнга, Па	8*10^9	8*10^9
Коэффициент Пуассона	0,33	0,33
Плотность, кг/м^3	2100	2200
Угол внутреннего трения, град	30	35

Параметры выемки комбайном Урал-10КС

Параметры	Значение
Ширина хода, м (b_x)	4,1
Высота хода, м (h_x)	2,4
Производительность, т/мин (Птех)	4
Скорость холостого хода, м/мин ( )	10

Параметры выемки комбайном CAT CM210

Параметры	Значение
Ширина хода, м (b_x)	4,1
Высота хода, м (h_x)	0,7
Производительность, т/мин (Птех)	15
Скорость холостого хода, м/мин	20

Заработная плата для обоих вариантов

Рабочие	Зарплата, у.е.	Начисления на з/пл, у.е.	Итог, у.е.
Оператор комбайна	55	14,3	69,3
Оператор с/х вагона	50	13	63
Оператор конвейера	45	11,7	56,7
Дежурный эл. слесарь	45	11,7	56,7
		Итого в смену	245,7
		Итого в месяц	22113
		Итого в месяц + ИТР	26613

Показатели	Урал 10КС	Bucyrus 25M0
Суммарная з/пл, у.е./мес	31716	31716
Амортизационные отчисления, у.е./мес	125500	325000
Затраты на эл.энергию, у.е./мес	30681	23949
Затраты на материалы, у.е./мес	187897	380665
Участковая себестоимость 1т руды, у.е./т	3,25	3,01
Себестоимость обогащения, у.е./т	5	3,51
Себестоимость 1т концентрата, у.е./т	8,25	6,52