



Опыт применения блочного подземного выщелачивания скальных урановых руд на ОАО «ППГХО»



Докладчик: Морозов А.А.

Москва
июнь 2011 г.



Применение блочного ПВ для отработки скальных урановых месторождений



На уровне опытно-промышленных работ

«Книик-Тал» (1973-1975 гг)
Таджикистан

«Кызыл-Сай» (1973-1974 гг)
Киргизия

«Восток» (1972-1973 гг),
«Звездное» (1981-1984 гг)
Казахстан

«Горное», «Оловское» (1975-1986 гг),
«Новогоднее», Лучистое»,
«Стрельцовское», «Весеннее»,
«Юбилейное» (1989-2006 гг)
Россия

В промышленном масштабе

«Кенигштайн» (до 1990 г)
Германия

«Доспат», «Изгрев», «Здравед» (1980-1988 гг) Болгария

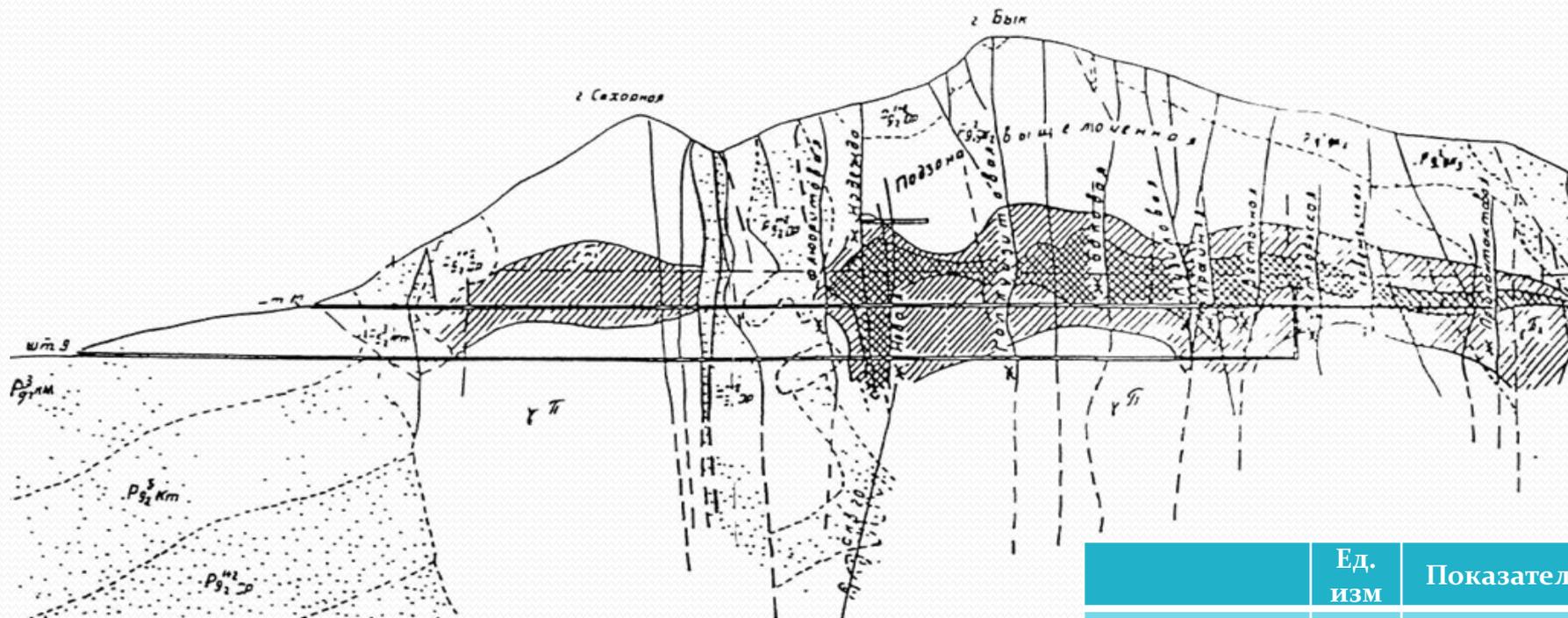
«Быкогорское» (1965-1979 гг)
Россия

«Чаркесар», «Ризак» (1972-78 гг)
Узбекистан

«Табошары», (1972-1979 гг) Таджикистан

В настоящее время метод блочного ПВ в промышленном масштабе на урановых месторождениях не применяется

Опыт промышленной отработки месторождения «Быкогорское» методом блочного ПВ

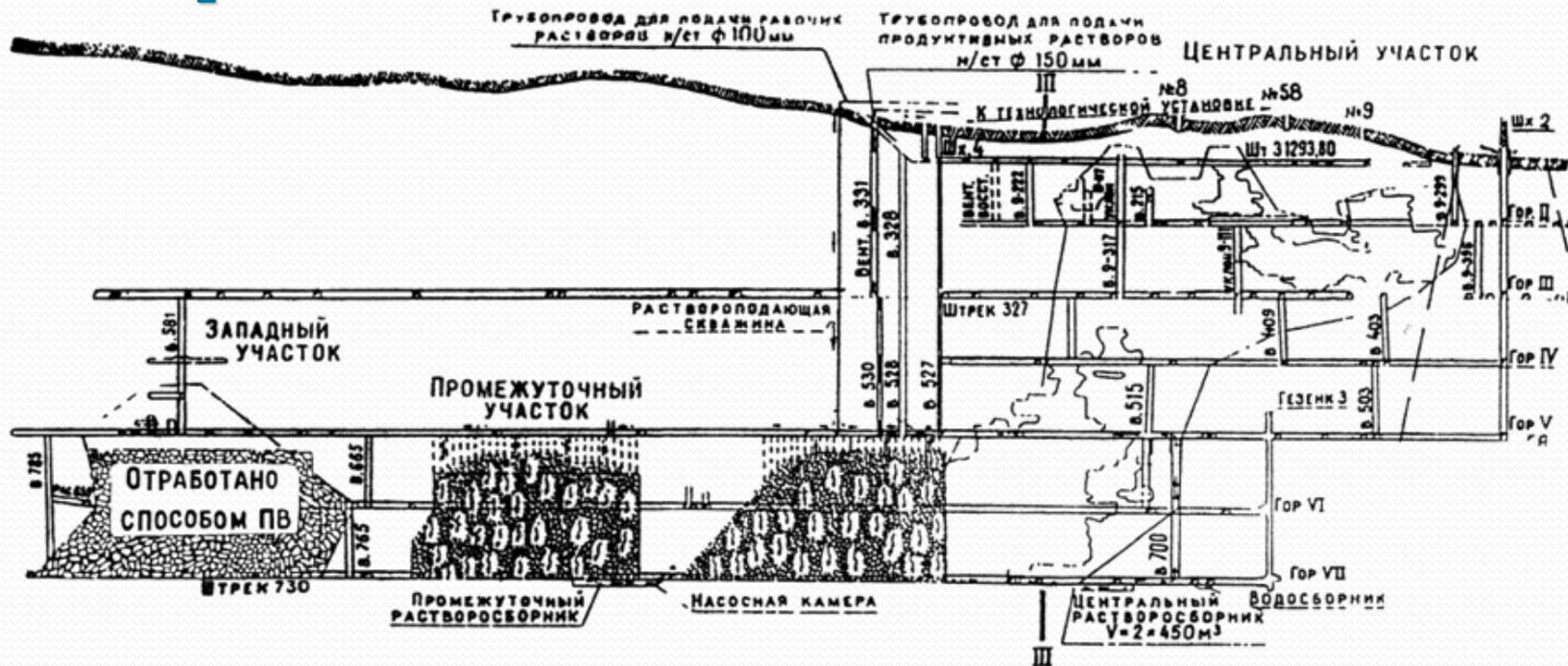


- Месторождение вскрыто штольнями на всю глубину;
- Работы по очистной выемке запасов горным способом не велись;
- Гидрогеологические условия – слабая обводненность месторождения;
- Текстура руд прожилковая, трещиноватая;
- Порядок отработки запасов методом ПВ – флангово-восходящий

	Ед. изм	Показатели
Объем руды	тыс.т	12189,7
Исх. код U	%	0,017
Кол-во U	т	2064,4
Ж:Т		3,6
Ср. код U в р-рах	мг/л	31
Получено U	т	1340,5
Извлечение	%	64,9



Опыт промышленной доработки уранового месторождения «ЧАРКЕСАР» методом блочного ПВ



- Месторождение вскрыто шахтными и слепыми стволами до VII горизонта на всю глубину;
- Балансовые запасы отработаны системами слоевого обрушения;
- Гидрогеологические условия – слабая обводненность месторождения;
- Текстура руд прожилковая, трещиноватая;
- Порядок отработки остаточных запасов методом ПВ – флангово-восходящий

	Ед. ИЗМ	Показатели
Объем руды	тыс.т	3255
Исх. код U	%	0,023
Кол-во U	т	748,6
Ж:Т		3,0
Ср. код U в р-рах	мг/л	38
Получено U	т	434,2
Извлечение	%	58



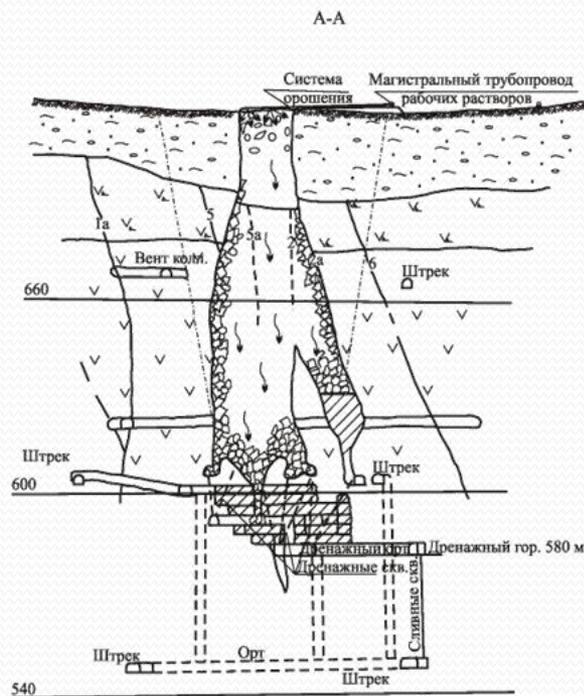
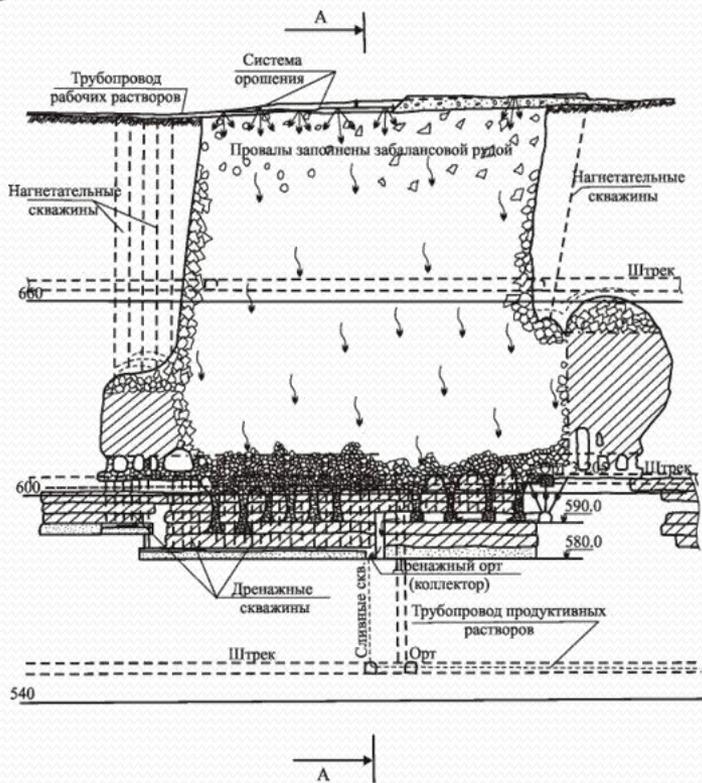
Условия	Месторождения		
	Чаркесар	Быкогорское	Стрельцовское рудное поле
Обводненность	слабая	слабовыраженная	средняя
Глубина залегания от поверхности	До 300 м	От 150 до 250 м	До 800 м
Вмещающие породы	Граниты	Гранит-порфиры	Фельзиты, конгломераты, трахидациты, граниты, базальты
Устойчивость вмещающих пород	Устойчивые	Устойчивые	слабоустойчивые
Крепость пород	12-15	8-10	12-16
Форма рудных тел	Линзо- и штокверкоподобная	жилообразная	различная
Мощность рудных тел	От 10 до 50 м	От 3-5 до 40-80 м	От 0,4 до 25 м
Угол падения	крутопадающие	крутопадающие	Крутопадающие, пологие
Сближенность рудных тел	сближены	сближены	От локальных, сближенных до рассеянных
Текстура руд	прожилковая, трещиноватая	прожилковая, трещиноватая	От прожилковой до мелкокрапленной
Урановые минералы	Черни, настуран	Черни, настуран	Настуран, коффинит, уранофан, бранерит и др.
Карбонатность руд	Менее 2 %	Менее 2 %	от 2 до 15 % в алюмосиликатных рудах
Наличие очистных работ	Проведены ранее	отсутствуют	производятся
Наличие закладки	нет	нет	да

Результаты опытно-промышленных работ по блочному ПВ на месторождениях Стрельцовского рудного поля



Краткая горно-геологическая характеристика месторождений, охваченных ОНР по БПВ

Наименование показателей	Месторождение				
	Юбилейное	Весеннее	Новогоднее	Лучистое	Стрельцовское
Рудовмещающие породы	фельзиты	конгломераты, туфопесчаники	фельзиты, лавобрекчии фельзитов	фельзиты, туфы фельзитов, сероцветные конгломераты, пестроцветные гравелиты, сероцветные конгломераты	трахитациты, базальты, андезито-базальты
Форма рудных тел	жило-, линзо- и гнездообразные	пластообразные	жило-, линзо- и гнездообразные	жилообразные и штокверкоподобные	жилообразная, осложненная многочисленными апофизами
Мощность рудных тел	мощные	маломощные (от 0,6 до 5 м)	от маломощных до мощных	мощные и средней мощности (от первых метров до 15–25 м)	маломощные и средней мощности (от 0,4 до 25 м)
угол падения	крутопадающие	пологие (10 - 15 °)	крутопадающие		
Состав	настуран, коффинит, гидронастуран	настуран, уранофан	настуран, коффинит, браннерит		настурановые, коффинит, браннерит
Текстура руд	прожилковая, трещиноватая, крупновкрапленная			брекчиевые, прожилковые, а также гнездово-вкрапленные	мелковкрапленная, реже прожилковообразная и гнездово-вкрапленная, рассеяная

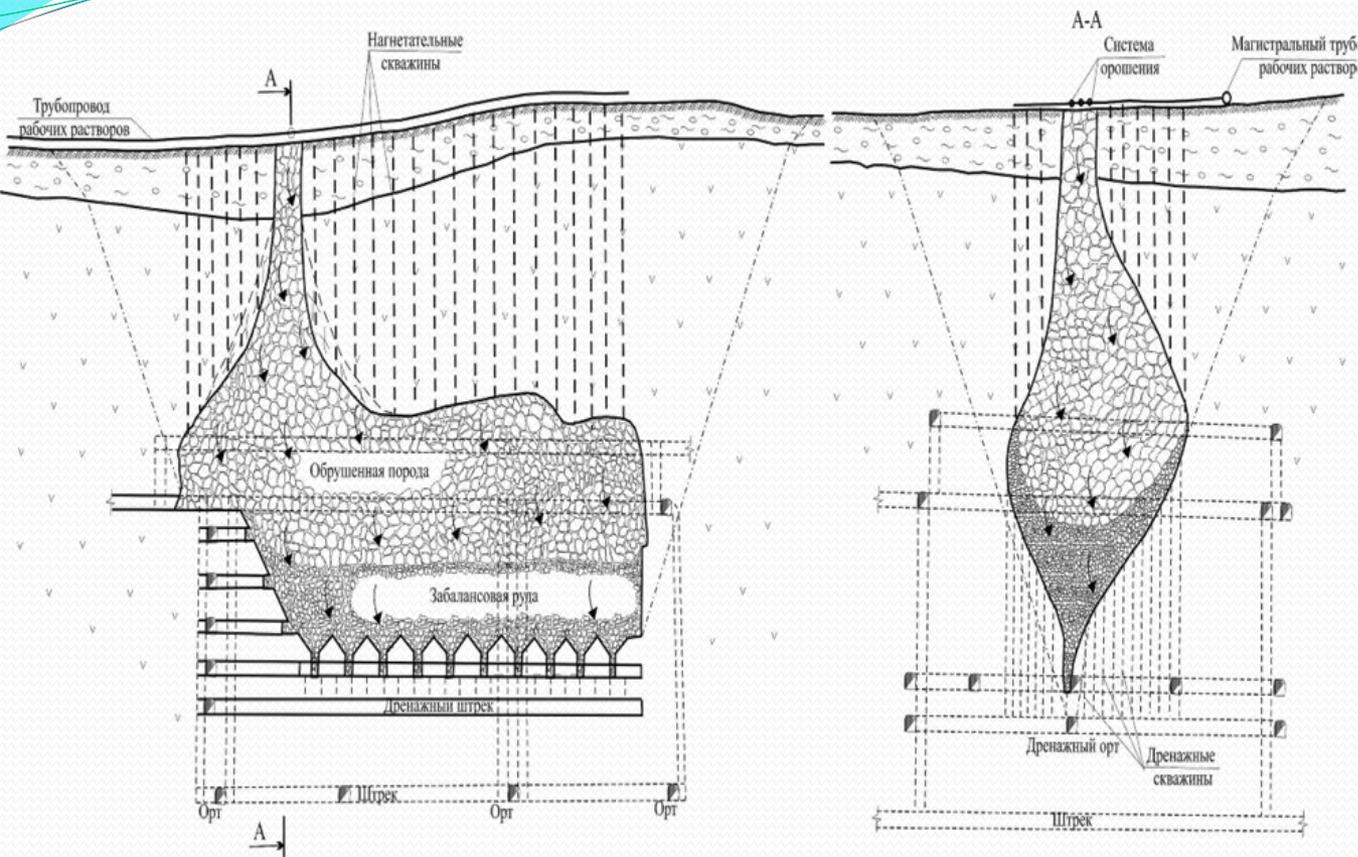


Блок 2-204, 2-204 А

Запасы блока:	
руда, тыс.т	850
содержание, %	0,023
металл, т	195
Получено U, т	172,8
Извлечение:	
План	75
факт, %	88,6
Период эксплуатации., мес.	67
Ж / Т	2,7
среднее содержание в прод. р-рах, мг/л:	85
Расход H ₂ SO ₄ , кг/кг U	35

Условия:

- Обособленная зона расположения опытного блока ПВ, вне зоны ведения очистных работ ;
- Балансовые запасы отработаны традиционным способом, образовавшийся провал на поверхности засыпан забалансовой рудой;
- Контур блока включал значительный ореол забалансовых руд, руды трещиноватые и легкопроницаемые;
- Орошение блока ПВ осуществлялось как через пробуренные с поверхности скважины, так и через систему орошения на поверхности забалансовой руды.

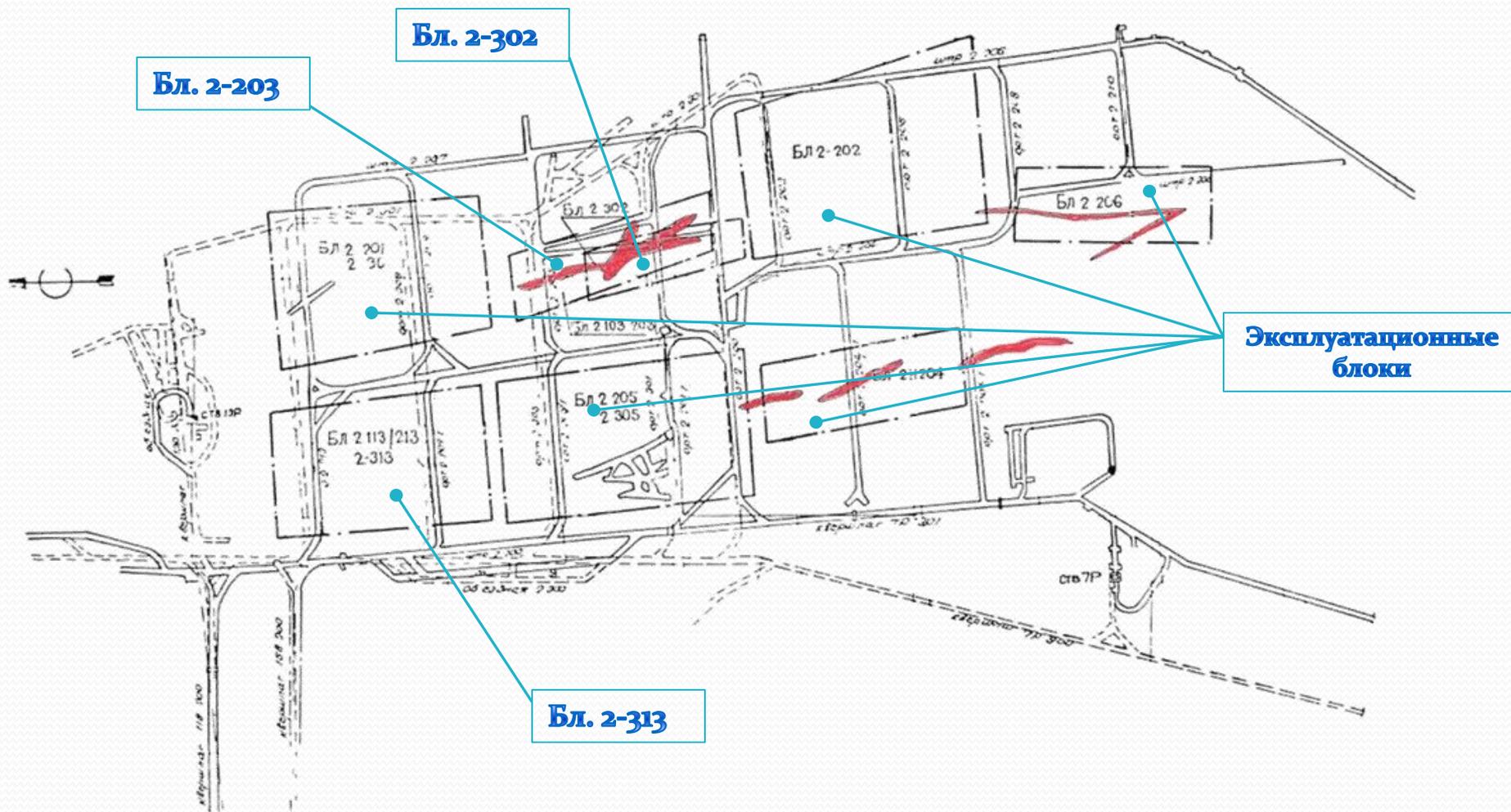


НОМЕРА БЛОКОВ	2-203	2-302	2-313	
ПОКАЗАТЕЛИ		кам.1	кам.2	
Запасы блока:				
руда, тыс.т	62,9	48,8	10,5	45,9
содержание, %	0,149	0,143	0,093	0,151
металл, т	93,6	69,9	9,8	69,1
Получено U, т	69,6	49,2	1,4	18,2
Извлечение, %				
- план	75	75	70	70
- факт	74,3	70,4	13,9	26,4
Период эксплуатации., мес.	24	25	3	25
Ж / Т	18	25	9	16,3
среднее содержание в прод. р-рах, мг/л:				
Расход H ₂ SO ₄ , кг/кг U	59	71	94	93

Условия:

- Расположение опытных блоков ПВ в районе ведения очистных работ;
- Балансовые запасы отработаны традиционным способом; образовавшийся провал на поверхности засыпан забалансовой рудой;
- Руды трещиноватые, легкопроницаемые;
- Орошение блока ПВ осуществлялось, как через пробуренные с поверхности скважины, так и через систему орошения на поверхности забалансовой руды.

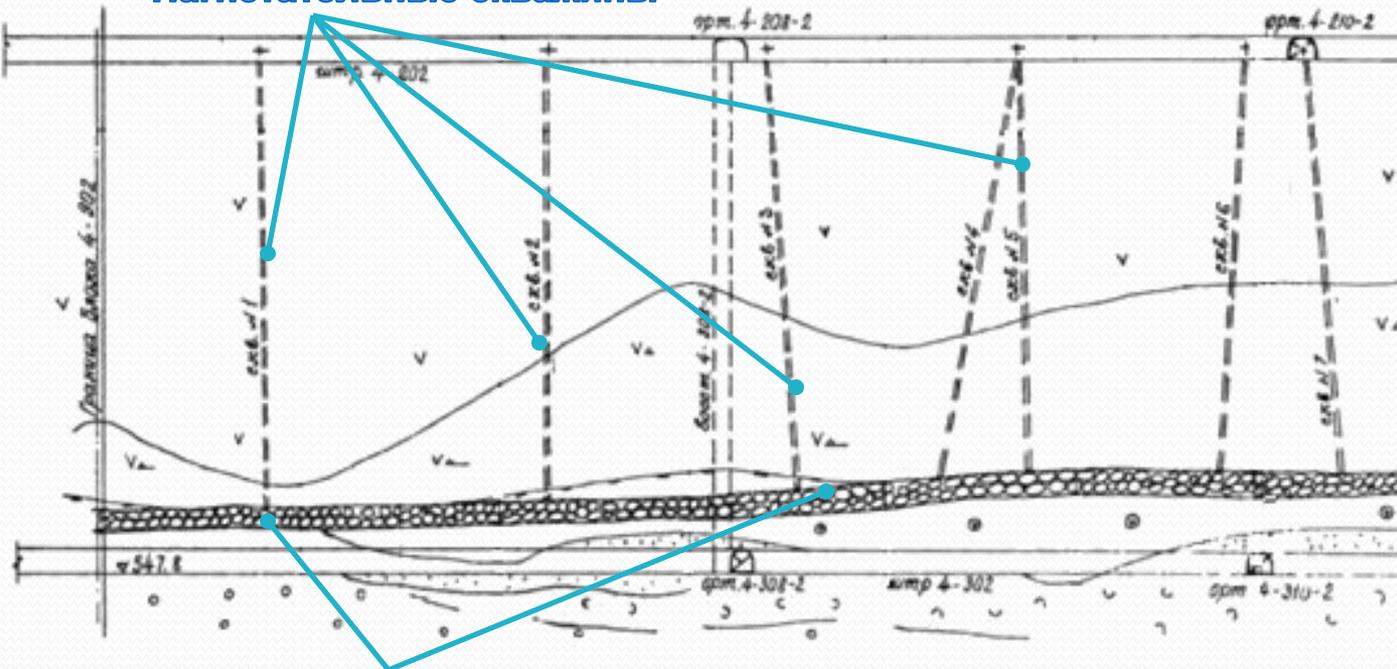
Расположение опытных блоков ПВ в районе ведения очистных работ



Отработка наклонных и пологих рудных тел месторождения «Весеннее»



Нагнетательные скважины



Рудный магазин ПВ

Условия:

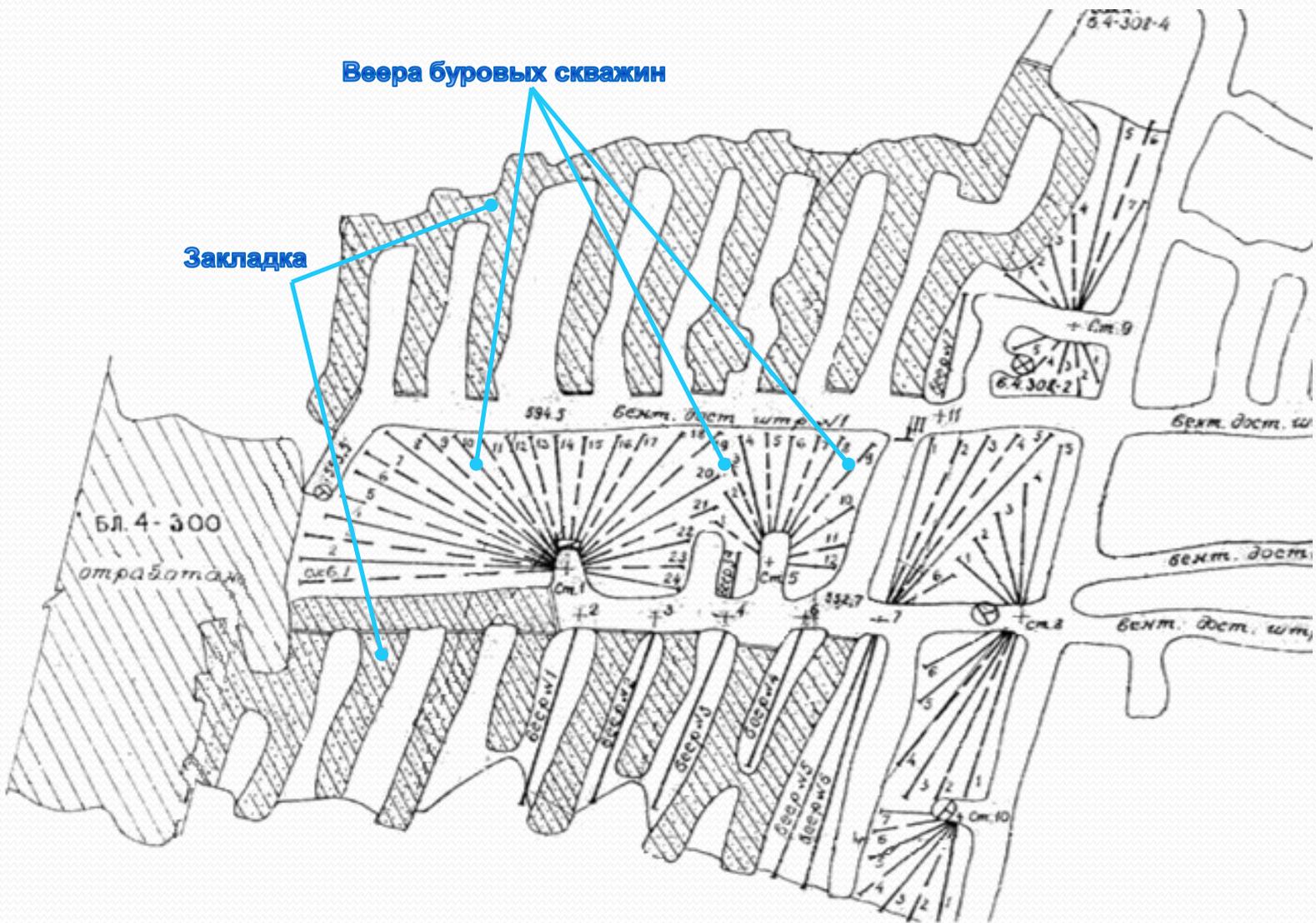
- Маломощное пологое рудное тело с углом наклона 10-12°;
- компенсационное пространство – слоевой и транспортный штрек;
- Руды трещиноватые, легкопроницаемые;
- Орошение блока ПВ осуществлялось через пробуренные скважины на верхнем горизонте;
- режим выщелачивания – пульсационно-статический.

НОМЕРА БЛОКОВ	4-310	4-302
ПОКАЗАТЕЛИ		
Запасы блока:		
руда, тыс.т	11,9	21,2
содержание, %	0,116	0,183
металл, т	13,9	38,8
Получено U, т	9,3	19,7
Извлечение, %		
- план	70	75
- факт	67	50,8
Период эксплуатации, мес.	20	23
Ж / Т	11	23,2
среднее содержание в прод. р-рах, мг/л:		
Расход H ₂ SO ₄ , кг/кг U	43	38



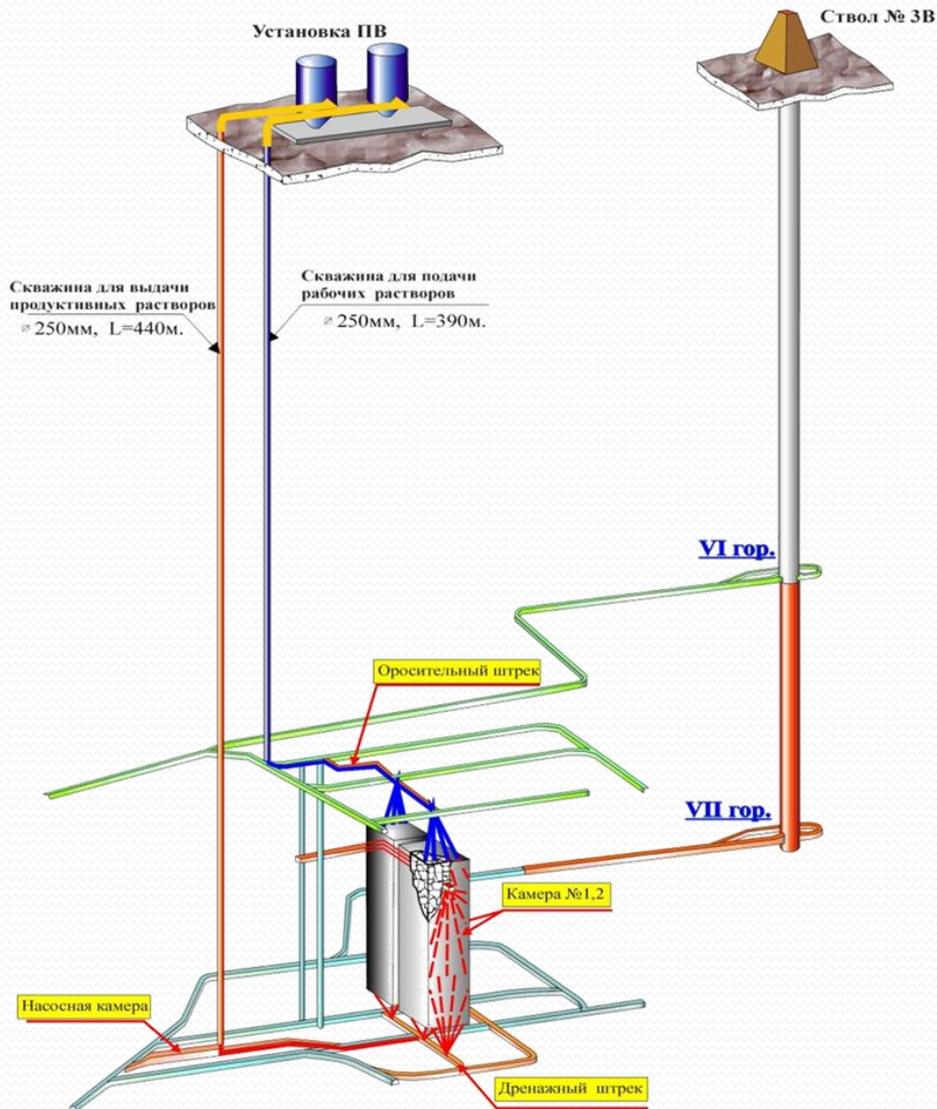
Веера буровых скважин

Закладка



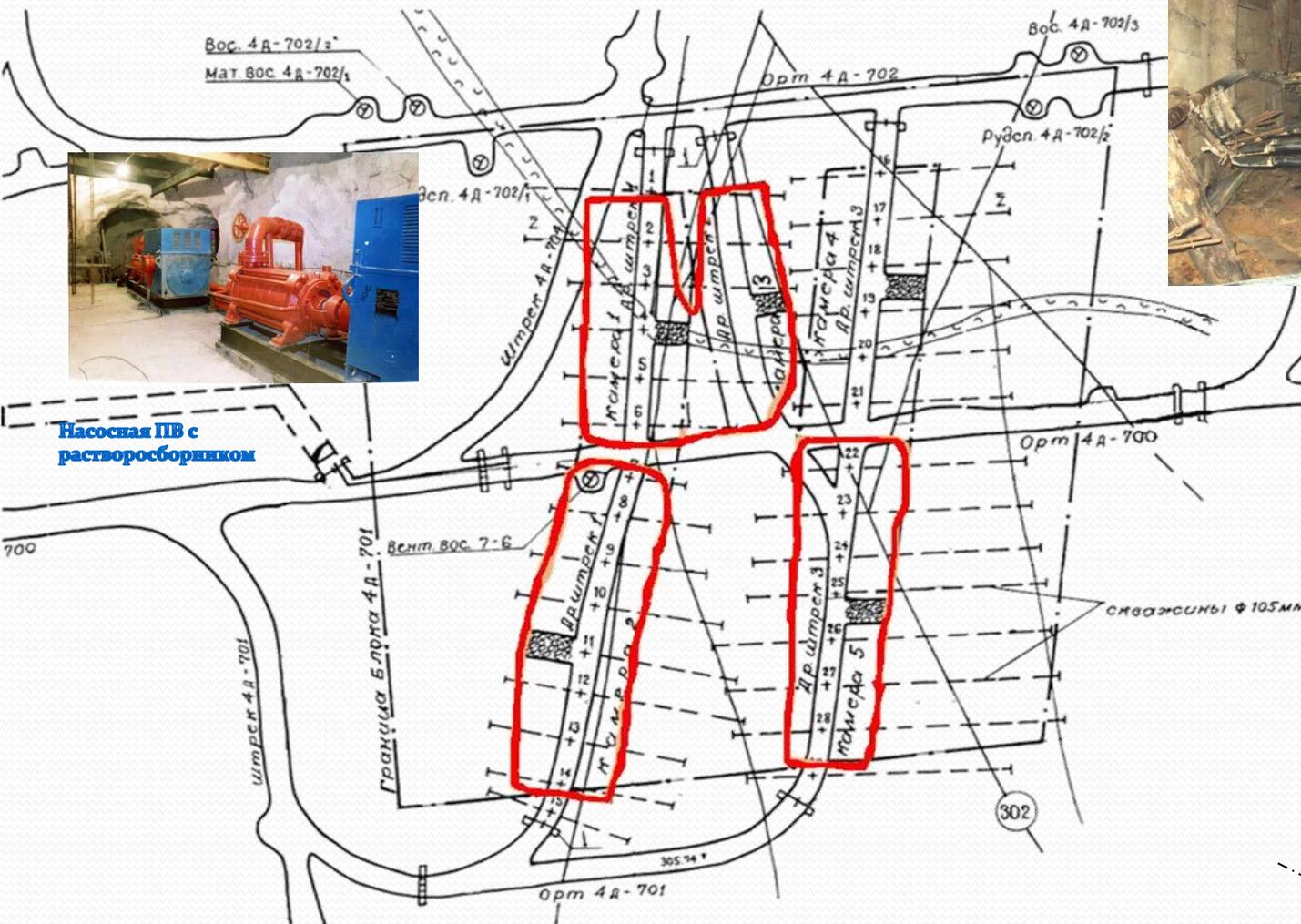


Результаты опытно-промышленных испытаний блочного ПВ в упорных вмещающих породах

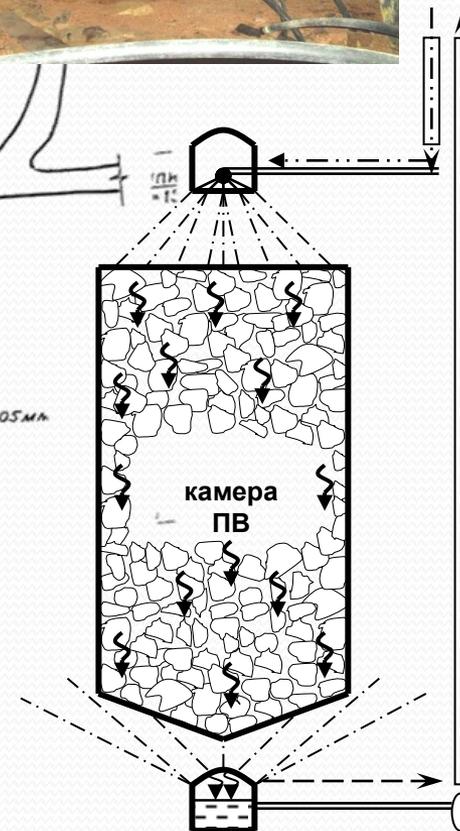
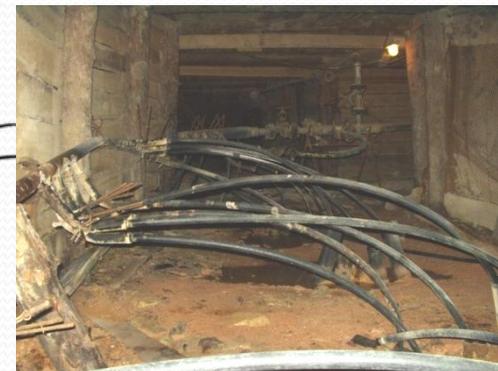


Рудник «Глубокий»			
МЕСТОРОЖДЕНИЕ	«Стрельцовское» уч. «Восточный»		
НОМЕРА БЛОКОВ	4Д-701		
ПОКАЗАТЕЛИ	1-3 камера	2 камера	5 камера
Запасы блока:			
руда, тыс.т.	80,9	40,3	15,4
содержание, %	0,039	0,080	0,050
металл, т	31,4	32,2	7,72
Получено урана, т	15,6	10,8	3,2
Извлечение, %:			
план	75	75	75
факт	49,8	33,5	40,9
Период эксплуатации., мес.	18,5	26	6
Ж:Т	3,7	5,5	4,9
среднее содержание г/мЗ:			
в продукт. растворах,	55	58,3	54,9
Расход H ₂ SO ₄ , кг/кг	72,4	70,6	46,7
Рудовмещающие породы	трахидациты, туфы трахидацитов, базальты		

Организация системы улавливания продуктивных растворов



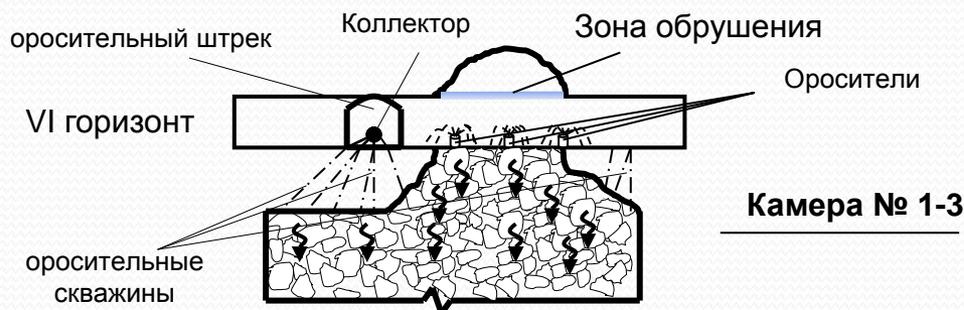
Насосная ПВ с растворосборником



Организация орошения камер-магазинов опытного блока ШВ



Система орошения через скважины в потолочине

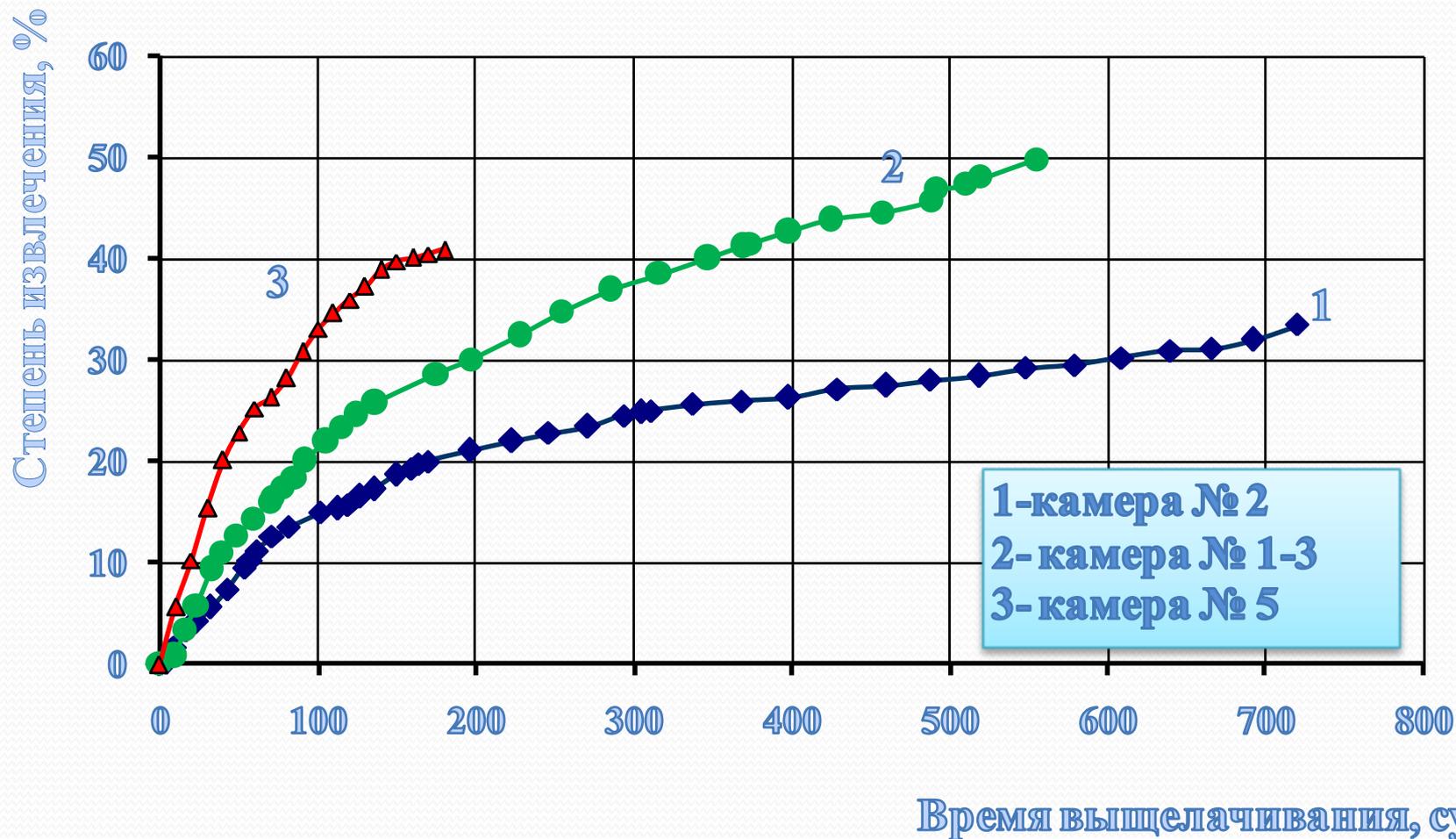


Комбинированная система орошения



**Система орошения открытой
поверхности магазина через оросители**

Эффективность процесса выщелачивания при различных условиях подготовки и орошения магазинов



Интенсивность отработки различных камер блока ПВ «упорных» скальных руд

Рациональные горно-геологические, горнотехнические и технологические условия применения метода блочного ПВ



Горно-геологические условия

- Сближенность рудных тел с обширным ореолом забалансовых запасов
- Отсутствие тектонических разломов
- Изолированность от водопритока
- Трещиноватость руд
- Урановая минерализация – прожилковая, трещиноватая

Горнотехнические

- Отсутствие очистной выемки в зоне ПВ (полностью отработаны балансовые запасы)
- Возможность вовлечения в отработку методом ПВ нескольких сближенных блоков
- Коэффициент разрыхления рудного магазина не менее 1,3
- Средняя крупность раздробленных руд: для руд верхних горизонтов – не более 100-150 мм; для руд нижних горизонтов – менее 60 мм
- Площадь обнажения не более 0,5-0,7 тыс. м²

Технологические

- Проницаемость и окисленность руд
- Карбонатность руд не более 2-5 %
- Возможность использования комбинированной системы орошения – для крутопадающих рудных тел; под заполнением – для пологих залежей
- Наличие водоупора на нижнем горизонте месторождения
- Минимальное количество иловых и шламовых фракций руды



- ✓ В мировой практике уранодобывающей промышленности наблюдается тенденция увеличения объемов добычи урана методом СПВ. Метод БПВ при разработке скальных урановых месторождений практического применения не находит. Основная причина - объем работ по подготовке блока ПВ сопоставим с объемами очистных работ традиционной технологии. При этом, период извлечения урана при ПВ измеряется годами, при традиционной технологии - сутками.
- ✓ Отработаны участки мощных и компактно расположенных рудных тел, которые позволяли осуществить площадной характер подготовки панелей ПВ с единой схемой орошения и сбора продуктивных растворов. В настоящее время оруденение представлено, в основном, разобъёнными маломощными рудными телами, требующими индивидуальной подготовки с достаточно значительными удельными затратами.
- ✓ Результаты опытно-промышленных работ, проведенных на ОАО «ППГХО», показывают принципиальную возможность применения метода БПВ, на некоторых участках месторождений Стрельцовского рудного поля. Применение метода БПВ на эксплуатируемых месторождениях представляется целесообразным в случаях полной загрузки рудоподъемных мощностей шахтных стволов, как способ увеличения производительности уранодобывающего комплекса.



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ