### МИНИСТЕРСТВО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ГЕОЛОГИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

#### УНИВЕРСИТЕТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

#### ГУ «ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»



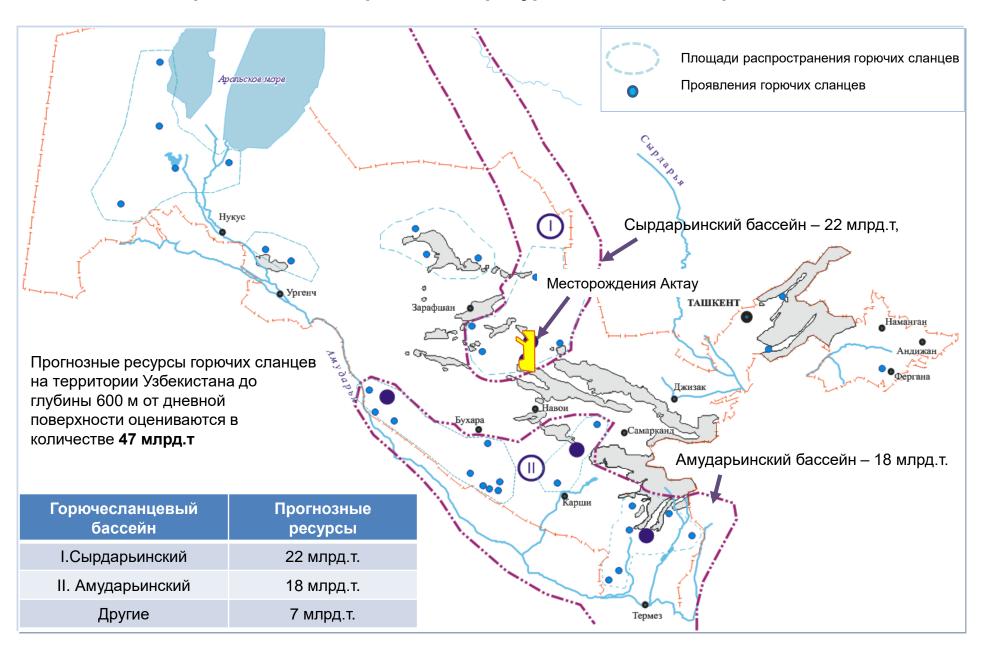




**Технология комплексной переработки горючих сланцев** месторождения **Актау** с извлечением полезных компонентов

Докладчик: начальник отдела аналитических исследований д.ф.т.н., с.н.с. И. Алматов

#### Схема расположения прогнозных ресурсов и запасов горючих сланцев

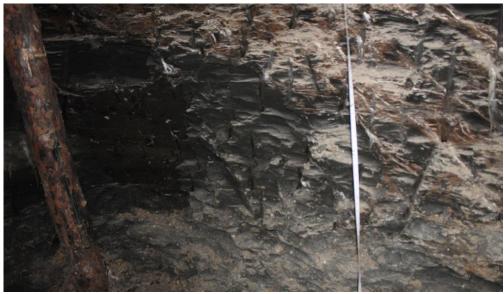


## Запасы горючих сланцев месторождения Актау

Показатели	Актау			
Глубина залегания пласта (от и до), метр	30-350			
Глубина подсчета запасов, метр	до 300			
Мощность пласта горючего сланца, метр	1,2-4,5			
Средняя мощность пласта горючего сланца, метр	3,2			
Запасы (В+С1+С2), млн.тонн	2 009,08			
Среднее содержание сланцевой нефти, %	6,12			
Выход золы после переработки горючего сланца, %	71,6			
Теплота сгорания, ккал/кг	1900-1988			

## ОТБОР ПРОБ ШУРФНЫМ МЕТОДОМ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТАУ









#### ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ

## Результаты химического анализа средних проб

#### Месторождение Актау Компоненты Содержание, % SiO<sub>2</sub> 48,3 $Fe_2O_3$ 4,72 0,62 TiO<sub>2</sub> MnO 0,06 $Al_2O_3$ 11,3 CaO 5,10 MgO 3,30 Na<sub>2</sub>O 1,01 2,70 $K_2O$ $S_{\text{общ.}}$ 2,30 1,48 $SO_3$ 1,71 S<sub>сульфидная</sub> $CO_2$ 2,30 $H_2O$ 2,10 20,5 п.п.п.

## Результаты рационального анализа на золото и серебро пробы руды месторождения Актау

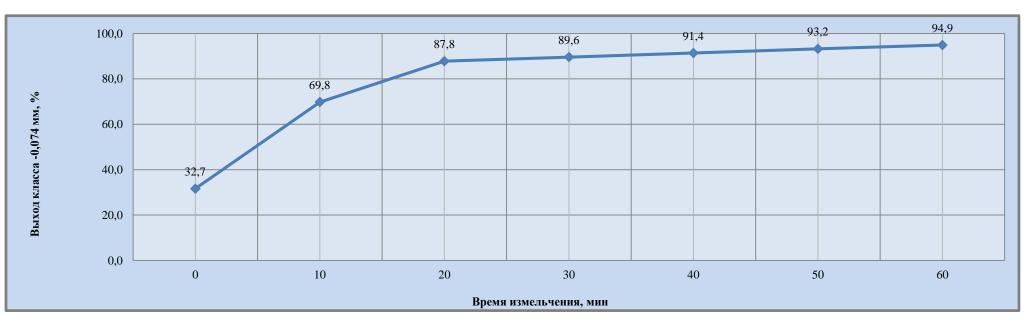
		Распределение металлов								
Форма нахождения благородных металлов и характер их связи с рудными минералами	A	.u	Ag							
	г/т	%	г/т	%						
Au и Ag самородное, в сростках с другими минералами: хлориды, сульфаты, простые сульфиды серебра	0,1	28,57	0,32	17,58						
Au и Ag, ассоциированные с минералами и хим. соединениями Sb и As (кроме арсенопирита и соединений 5-ти валентной Sb), сульфосоли Ag (цианирумые после щелочной обработки)	0,01	2,9	0,29	15,93						
Au и Ag, связанные с кислоторастворимыми минералами, оксидами железа и марганца (карбонаты, оксиды и гидрооксиды) (цианируемые после HCl – обработки)	0,04	11,43	0,23	12,64						
Au и Ag тоноковкрапленные в сульфидах (пирите и арсенопирите) цианируемые после HNO <sub>3</sub> – обработки	0,01	2,86	0,09	4,95						
Au и Ag цианируемые после окислительного обжига	0,09	25,71	0,69	37,91						
Au и Ag в кварце, алюмосиликатах и др. кислотонерастворимых минералах	0,1	28,57	0,2	10,99						
Итого в пробе:	0,35	100	1,82	100						

#### Содержание золота и серебра

№ п/п			Химический	й анализ, г∕т		Пробирный анализ			
JN≌ 11/11	Наименование месторож.	ГУ «И	IMP»		АО «Узбек геол	ология кидирув»			
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag		
1	Актау	н/опр	н/опр	0,35	1,84	0,2	<5,0		

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### КРИВАЯ ИЗМЕЛЬЧАЕМОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТАУ



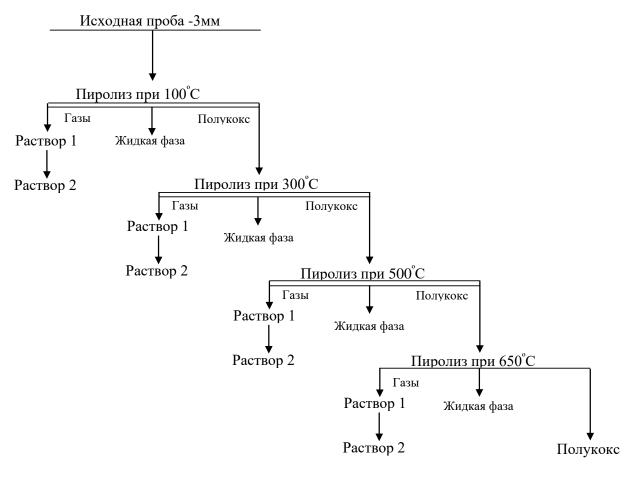
Гранулометрический состав и распределение металлов по классам крупности в пробе горючих сланцев месторождения Актау

Класс	Выход,	Содерж	сание, г/т	Распределение, %			
крупности, мм	%	Au	Ag	Au	Ag		
-3+1	28,3	0,20	<5,0	26,35	28,30		
-1+0,5	15,8	0,22	<5,0	16,20	15,81		
-0,5+0,315	7,2	0,20	<5,0	6,66	7,15		
-0,315+0,1	13,0	0,28	<5,0	16,94	12,99		
-0,1+0,074	3,0	0,24	<5,0	3,38	3,02		
-0,074+0	32,7	0,20	<5,0	30,48	32,73		
Исходная проба	100	0,21	<5,0	100	100		

# Сравнительная характеристика технологий переработки горючих сланцев на действующих промышленных установках

	Промышленные установки									
Наименование параметров	«Галотер» и «Петротер» (Эстония)	«Энифит-280» и «Энифит-140» (Эстония)	«Фушунь» (КНР)	«Кивитер» (Эстония)						
Наименование предприятий	«ВКГ Ойл» (2 ед.)	«Ээсти энерджи» (1 ед. Энифит-280 и 2 ед. Энифит-140)	«Фушунь Майнинг Групп» (220 рет.) «Лонгкоу Майнинг (40 рет.)	«ВКГ Ойл»						
Сырьевая база (оценочная)	2,5 млрд.тонн	-	2,3 млрд.тонн	2,5 млрд.тонн						
Содержание сланцевой нефти в горючих сланцах, %	13,7	-	7-15	13,7						
Мощности по переработке сланца, тонн/день	6 000	«Энифит-280» - 6720 «Энифит-140» (2 ед.) - 6000	26 000	1 000						
Количество технологических установок, ед.	2 установки по 3000 т/день	1 уст. «Энифит-280» - 6720 т/день 2 уст. «Энифит-140» по 3000 т/день	260 реторт (26 уст.) по 100 т/день	1 установка 1000 т/день						
Дата ввода в эксплуатацию	2011 г. (1 ед.) 2014 г. (1 ед.)	«Энифит-280» - 2012 г. «Энифит-140» -1980 г. (2 ед.)	1990-1992 гг.(220 р) 2009 г. (40 рет.)	1981 г.						
Применяемая технология	Высокоскоростной пиролиз на основе твердого телоносителя	Высокоскоростной пиролиз на основе твердого телоносителя	Нагрев сланцев воздушно-газовой смесью	Нагрев сланцев воздушно-газовой смесью						
Разработчик проекта	одо одо дтомэнергопроект «Атомэнергопроект», ТТУ «Ээсти энерджи», ЛТД, (Россия) «Оутотек»		«Фушунь Майнинг Групп» (КНР)	Институт Ленгипронефтехим (Россия)						
ехнологические ограничения по размеру от 0 до 25 мм от 0 до 25 мм от 0 до 25 мм		от 0 до 25 мм	от 25 до 125 мм	от 25 до 125 мм						
Доля горючих сланцев, которая может быть переработана, %	100	100	40-50	40						
Продукты производства	Сланцевая нефть, пар для ПГУ	Сланцевая нефть, пар для ПГУ	Сланцевая нефть	Сланцевая нефть						

#### СХЕМА ТЕРМИЧЕСКОЙ РАЗЛОЖЕНИЯ БЕЗ ДОСТУПА КИСЛОРОДА (ПИРОЛИЗ) ПРОБЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТАУ







# РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БЕЗ ДОСТУПА КИСЛОРОДА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

до 300 °C

до 500 °C

до 650 °C

NaOH - 50 г/л 2- раствор

NaOH - 50 г/л

Полукокс 300°С

1- раствор

NaOH - 50 г/л 2- раствор

NaOH - 50 г/л

Полукокс 500°C

NaOH - 50 г/л 2- раствор

NaOH - 50 г/л

1- раствор

120

94

3020

120

120

92

2640

120

120

91

ΜЛ

гр

ΜЛ

ΜЛ

гр

ΜЛ

ΜЛ

Подсмольный раствор

1-раствор улавливания

2-раствор улавливания

Исходная руда по баланасу

металлов

металлов

металлов

металлов

металлов

металлов

Полукокс 500°C

Сланцевая смола

Подсмольный раствор

1-раствор улавливания

2-раствор улавливания

Полукокс 100°C

Полукокс 300°C

Полукокс 500°C

Исходная руда по баланасу

Исходная руда по анализу

Полукокс 500°C

Сланцевая смола

Подсмольный раствор

1-раствор улавливания

2-раствор улавливания

Исходная руда по баланасу

	МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТАУ ПО ДАННЫМ ПРОБИРНОГО АНАЛИЗА																			
Температура	Исходные продукты			Наименование полученных	Выход продктов от операции		Солержание металлов				чество лов, мг	метал.	деление лов (по ансу)	металлов (	деление по анализу его сланца)	Вы	Газова ход	я фаза Пот метал.	-	
	Наим.	Ед. изм	К-во	продуктов	Бодуктов Ед. К-во % Ед. изм. Au		Ag	Au	Au Ag		Ag	Au	Ag	гр	%	Au	A			
	Исходный горючий сланец	гр	5000	Полукокс 100°C	гр	4400	88,0	г/т	0,22	5,00	0,97	22,00	99,4	99,9	77,4	88,0				
	1- раствор NaOH - 50 г/л	МЛ	120	Сланцевая смола	гр	0	0	г/т	0				0,0	0,0	0,0	0,0				
до 100°C	2- раствор NaOH - 50 г/л	МЛ	120	Подсмольный раствор	гр	565		г/т					0,0	0,0	0,0	0,0	35	0,7	22,1	1
			100	1-раствор улавливания металлов	МЛ	120	100	мг/л	0,022	0,05	0,0026	0,0062	0,3	0,0	0,2	0,0				
				2-раствор улавливания металлов	МЛ	120	100	мг/л	0,025	0,06	0,003	0,0072	0,3	0,0	0,2	0,0				
				Исходная руда по баланасу					0,19	4,40	0,97	22,01	100,0	100,0	77,9	88,1				
	Полукокс 100°C	гр	4150	Полукокс 300°C	гр	3270	78,8	г/т	0,22	5,00	0,72	16,35	97,5	99,8	78,8	78,8				
	1- раствор	МЛ	120	Сланцевая смола	гр	0	0	г/т					0,0	0,0	0,0	0,0				

469,0

120

120

2890

63,42

0

120

120

2565

10,56

0

120

120

гр

ΜЛ

ΜЛ

гр

гр

гр

ΜЛ

ΜЛ

гр

гр

гр

ΜЛ

ΜЛ

11,3

100

100

95,7

2,1

0

100

100

97,2

0,4

0

100

100

 $\Gamma/T$ 

мг/л

мг/л

 $\Gamma/T$ 

 $\Gamma/T$ 

 $\Gamma/T$ 

мг/л

мг/л

 $\Gamma/T$ 

 $\Gamma/T$ 

 $\Gamma/T$ 

мг/л

мг/л

0,0

1,3

1,3

100,0

97,7

0,0

0,0

1,3

1,0

100,0

97,2

0,0

0,0

1,5

1,2

100,0

0,0093 0,0146

0,0092 0,0136

0,0085 0,0124

0,0067 0,0115

0,0085 0,0098

0,55 12,84

14,47

12,83

4

0,0006

25

20,75 15,1

13,2

0,65

0,54

2

0,0067

1,25

0,91

0,66

0,55

0,74

0,64

4

16,38

14,45

0,12

0,11

3,95

5,00

0,10

0,10

4,79

5,00

0,08

0,01

4,86

5,00

5,00

5,00

5,00

0,078

0,077

0,18

0,22

0,071

0,056

0,22

0,21

0,071

0,056

0,21

0,25

0,22

0,22

0,21

0,0

0,1

0,1

100,0

99,8

0,0

0,0

0,1

0,1

100,0

99,9

0,0

0,0

0,1

0,0

100,0

0,0

1,0

1,0

80,8

95,7

0,0

0,0

1,3

1,0

98,0

97,2

0,0

0,0

1,5

1,2

99,9

0,0

0,1

0,1

78,9

95,7

0,0

0,0

0,1

0,1

95,9

97,2

0,0

0,0

0,1

0,0

97,2

411,1

66,6

64,4

9,9

2,2

2,4

19,2

2,0

0,1

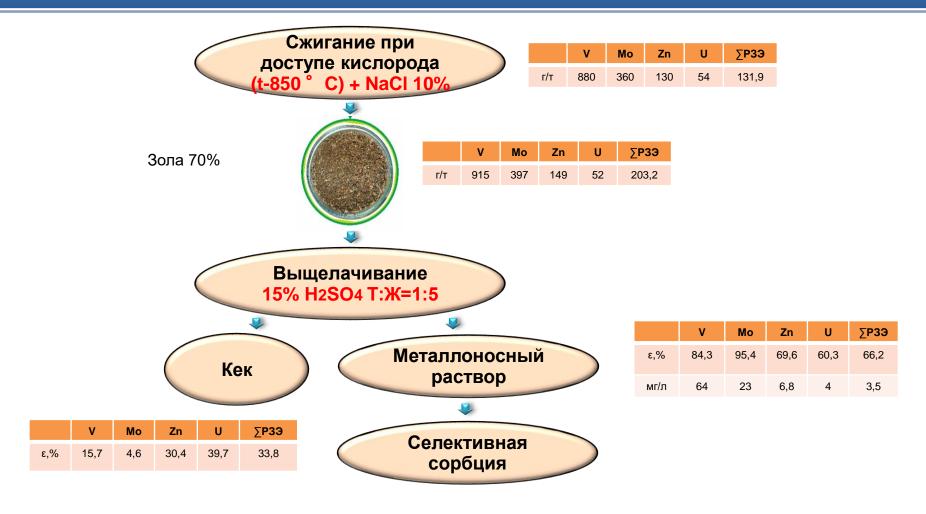
11,9

21,1

4,1

2,8

# Технологическая схема переработки золы горючих сланцев месторождения Актау с извлечением ценных металлов



Как видно, из рекомендуемой схемы переработки золы горючих сланцев месторождение Актау, при добавлении в процесс обжига (полукокса) натрия хлора в 10% от исходной массы, извлечение ванадия, молибдена, цинка, урана и сумма редкоземельных элементов в металлоносный раствор составляет в порядке свыше 20%, чем без добавления натрия хлора в процесс обжига.

## Средний групповой состав сланцевой смолы (ООО «ТТУ-ЛТД»)

Класс органических соединений	Содержание, %
Парафины	12,73
Нафтены	3,06
Олефины	6,80
Ароматические соединения	51,78
Тиофены	23,47

В качестве приемлемой технологии рассматривается добыча горючих сланцев подземным способом струговыми установками для разработки пластов от 0,6 до 3,0 метров. Автоматизированная струговая установка способна обеспечить добычу до 6 млн.тонн в год. Основные производители струговых установок - Германия, США, Украина, Беларусь, КНР. Стоимость от 15 до 35 млн.долл.



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!