

<https://doi.org/10.3176/oil.1992.2.07>

УДК 622.337

Р. ПАЛВАДРЕ, В. АХЕЛИК

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ, БЕДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ. 1

R. PALVADRE, V. AHELİK

POSSIBILITIES OF ENHANCING OF EFFICIENCY OF USING ORGANIC-POOR OIL SHALES. 1

Проблемы рационального использования ресурсов твердых горючих ископаемых приобретают всё большую актуальность. И здесь на первый план выдвигаются горючие ископаемые с низким содержанием органического вещества (ОВ), в случае переработки которых особенно остро ставятся вопросы о рациональной безотходной технологии и охране окружающей среды. Энергетическое использование горючих сланцев, бедных ОВ, осложняется двумя обстоятельствами — это незначительное содержание ОВ и повышенное — серы.

В Прибалтийском сланцевом бассейне распространены горючие сланцы двух типов — диктионемовые сланцы (аргиллиты) нижнего ордовика и сланцы-кукерситы среднего ордовика [1]. Главное различие между ними заключается в том, что для первых характерно значительно меньшее содержание ОВ, большее содержание пирита и тесное взаимопроращение органической и минеральной части [2].

Способы обогащения сланца-кукерсита с целью получения концентрата керогена (кероген-90) описаны в [3]. Нами предложена схема обогащения диктионемового сланца, при которой измельченный материал подвергается гидроциклонированию и флотации.

В качестве исходного материала использовали диктионемовые аргиллиты месторождений Маарду и Тоолсе. Судя по минеральному составу [2], между ними имеются определенные различия. В тоолсеском аргиллите значительная часть пирита и кварца присутствует в виде конкреций и макрокристаллов, что способствует их раскрытию в процессе измельчения. В маардуском аргиллите — напротив — пирит и кварц имеют более тонкодисперсный вид, в нем также больше ОВ и глинистых минералов (гидрослюда).

В первом сообщении описывается обогащение аргиллита месторождения Маарду (4-й участок Маардуского фосфоритного карьера).

Исходную пробу дробили и измельчали сначала сухим способом до крупности 3 мм, а затем — мокрым до крупности 0,05 мм в лабораторной центробежно-отражательной мельнице. Измельченный материал подвергали гидроциклонированию. Из-за большой разницы в плотности ОВ и пирит можно разделить при гидроциклонировании пульпы: в слив переходит главным образом ОВ, а в пески — пирит.

Схемы обогащения маардуского аргиллита приведены на рисунках 1 и 2: первая схема характеризует распределение ОВ, вторая — пирита. Извлечение ОВ в слив достигает 97,0 %, пирита в пески — 47,2 %. Повторное гидроциклонирование слива увеличивает извлечение пирита до 56,6 %.

Слив третьего гидроциклонирования, который составлял 72,4 % от исходного материала и был обогащен до 24,5 %-ного содержания ОВ при извлечении его до 94,5 %, направляли на флотацию. Ее осуществ-

ляли в лабораторной флотомашине 60 А-ФЛ: вместимость 12 л, соотношение твердой и жидкой фаз в пульпе Т : Ж = 1 : 5, флотореагенты сланцевая смола (1,35 кг/т) и сланцевый фенолят (2,78 кг/т).

После четырехкратной переочистки в процессе флотации был получен пенный продукт, содержащий 64,0 % ОВ (извлечение 89,5 %). Хвосты флотации содержали 2,1 % ОВ, извлечение в концентрат пирита было незначительным — 11,2 %. Концентрат ОВ составил 26,3 % от исходного материала, что свидетельствует о существенном уменьшении количества материала для дальнейшей разработки. Для дополнительного извлечения пирита отходы флотации подвергли гидроциклонированию.

Пески от трех гидроциклонирований, в сумме составляющие 27,6 % от исходного материала, были объединены и вновь подвергнуты гидроциклонированию для очистки от оставшегося в них ОВ и концентрирования пирита, в результате чего его содержание достигло 13,7 %.

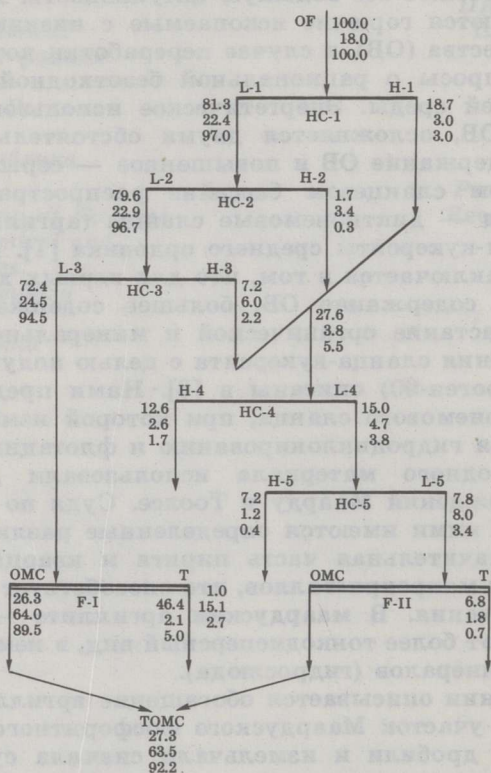


Рис. 1. Принципиальная схема обогащения диктионемового сланца Маардуского месторождения с целью получения концентрата ОВ. Условные обозначения: OF — исходная руда; L — слив; H — пески; HC — гидроциклонирование; OMC — пенный продукт; T — отход; F — флотация; TC — суммарный концентрат ОВ; γ — выход, %; α — содержание ОВ, %; ε — извлечение ОВ, % (γ, α, ε приведены в столбик в соответствующем в порядке)

Fig. 1. Basic flow sheet for beneficiation of Maardu alum shale to obtain organic matter (OM). Legends: OF — ore feed, L — light fraction, H — heavy fraction, HC — hydrocycloning, OMC — OM concentrate, T — tailings, F — flotation, TC — total concentrate, γ — yield, wt.-%, α — assay in OM, wt.-%, ε — recovery of OM, wt.-% (γ, α, ε are given in the column, in the respective order)

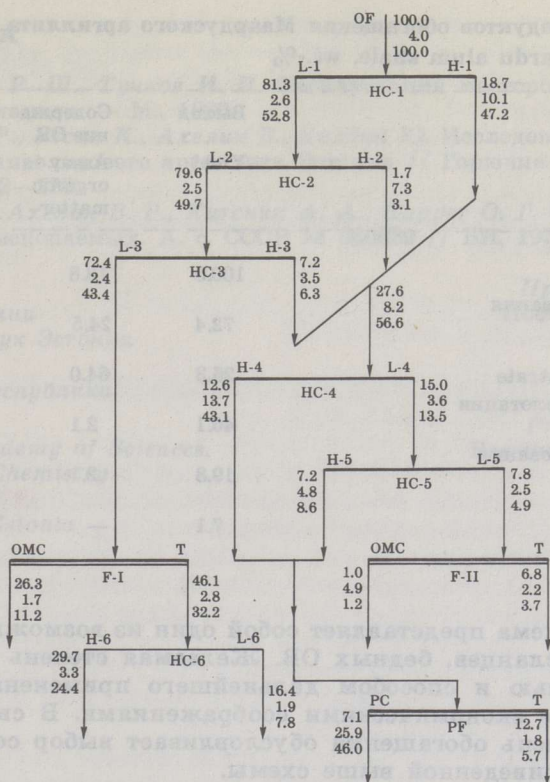


Рис. 2. Принципиальная схема обогащения диктионемового сланца месторождения Маарду с целью извлечения пирита. Условные обозначения: PC — пенный продукт; PF — флотация пирита; α — содержание пирита, %; ε — извлечение пирита, % (остальные см. в подписи к рис. 1)

Fig. 2. Basic flow sheet for beneficiation of Maardu alum shale to recover pyrite. Legends: PC — pyrite concentrate, PF — pyrite flotation, α — assay in pyrite, wt.-%, ε — pyrite recovery, wt.-% (other ones see in the legends to Fig. 1)

Слив от последнего гидроциклонирования был направлен на флотацию ОВ, пески от последних гидроциклонирований были объединены и направлены на флотацию пирита.

Содержание пирита в исходном для флотации материале было 10,5 % при извлечении 51,7 %. При флотации пирита флотореагентами были бутилксантогенат калия (200 г/т) и скипидар (2400 г/т), соотношение Т : Ж = 1 : 5. Флотацию осуществляли в лабораторной флотомашине ФМ-1М вместимостью 1,5 л. В результате был получен концентрат пирита, содержащий 25,9 % FeS₂ при извлечении 46,6 %. Нужно отметить, что при флотации пирита не использовались пески гидроциклонирования отходов флотации ОВ, в которых извлечение пирита составляло 24,4 %.

Данные о продуктах обогащения приведены в таблице.

Результаты глубокого обогащения аргиллита месторождения Маарду показывают его высокую эффективность в отношении ОВ: при высокой степени извлечения (92,2 %) был получен 63,5 %-ный концентрат ОВ. Значительно хуже были результаты по пириту, поскольку он присутствует в изученном сланце в очень тонкодисперсном виде.

Характеристика продуктов обогащения Маардуского аргиллита, %
Beneficiation of Maardu alum shale, wt.-%

Материал	Выход	Содержание ОВ	Содержание пирита
Material	Yield	Assay in organic matter	Assay in pyrite
Исходный аргиллит			
Feed	100.0	18.8	4.0
Слив гидроциклонирования			
Light fraction	72.4	24.5	2.4
Концентрат ОВ			
Organic matter concentrate	26.3	64.0	1.7
Минеральный отход флотации			
Flotation tailings	46.1	2.1	2.8
Пески гидроциклонирования			
Heavy fraction	19.8	2.1	10.5
Концентрат пирита			
Pyrite concentrate	7.1	—	25.9

Приведенная схема представляет собой один из возможных вариантов обогащения сланцев, бедных ОВ. Желаемая степень обогащения определяется целью и способом дальнейшего применения концентрата ОВ, а также экономическими соображениями. В свою очередь, необходимая степень обогащения обуславливает выбор соответствующего варианта приведенной выше схемы.

SUMMARY

Oil shales from some deposits are poor in organic matter (OM). This circumstance as well as the high sulphur content make their use as a solid fuel difficult.

The present paper considers possibilities of enhancing the efficiency of utilizing such shales by enrichment and desulphuration on an example of Maardu alum shale, North Estonia. For this purpose, the combined processes of hydrocycloning and flotation are used (Figs. 1 and 2). By the hydrocycloning of the shale ground to -0.05 mm OM is separated as a light fraction (recovery 97.0 %) and pyrite as a heavy fraction (recovery 56.6 %). After its additional purification and enrichment up to 24.1 %, the light fraction is directed into the flotation process. The concentrate obtained in 92.3 % recovery contains 63.5 % of OM.

The organic content in the flotation tailings has been decreased to 2.1 %. The recovery of pyrite to the OM concentrate is low, 11.2 %. The heavy fraction containing 13.7 % of pyrite is also directed into the flotation process affording the concentrate in 46.6 % recovery with the pyrite content of 25.9 %.

The results have demonstrated the applicability of the flow sheet presented to the beneficiation of OM whose recovery is 92.2 %. However, such good results have not been obtained in the beneficiation of pyrite because the OM of Maardu alum shale is very deeply impregnated with fine-grained pyrite. The characteristics and yields of the beneficiation products are given in Table.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мингарев Р. Ш., Тучков И. И. Эксплуатация месторождений битумов и горючих сланцев. — М., 1980.
2. Палвадре Р., Утсал К., Ахелик В., Халдна Ю. Исследование минерального состава граптолитового аргиллита Эстонии // Горючие сланцы. 1984. Т. 1, № 2. С. 162—170.
3. Кох Р. П., Ахелик В. Р., Китсник А. А., Киррет О. Г. Способ обогащения полезных ископаемых. А. с. СССР № 560639 // БИ, 1977. № 21.

Институт химии
Академии наук Эстонии
г. Таллинн,
Эстонская Республика

Estonian Academy of Sciences,
Institute of Chemistry
Tallinn,
Republic of Estonia

Представил Ю. Тедер
Поступила в редакцию
20.02.91

Presented by J. Teder
Received 20 February 1991