

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



исследовательская группа

www.infomine.ru

**Обзор технологий
добычи
и использования
горючих сланцев
в мире**

Москва
сентябрь, 2013

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/33/438>

Общее количество страниц: 99 стр.
Стоимость отчета – 48 000 рублей (с НДС)

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИНФОМАЙН» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИНФОМАЙН».

Содержание

Аннотация	6
Введение	7
I. Технологии добычи и использования горючих сланцев в разных странах мира	10
1.1. Технологии добычи	10
1.2. Технологии переработки.....	13
<i>Технология «Кивитер»</i>	19
<i>Технология «Галотер»</i>	22
<i>Технология «Фушунь»</i>	28
<i>Технология Petrosix (Бразилия)</i>	29
<i>Технология ATP (Alberta Taciuk Process)</i>	32
II. Уровень добычи и использования горючих сланцев в разных странах мира	35
2.1. Мировые запасы и качественные характеристики горючих сланцев	35
2.2. Добыча и использование горючих сланцев в разных странах мира	41
<i>Эстония</i>	44
VKG (Viru Keemia Grupp) (г. Кохтла-Ярве)	51
Eesti Energia (г. Нарва).....	59
Kiviõli Keemiatööstus (г. Кивиыли).....	62
Использование горючих сланцев в энергетике Эстонии.....	64
<i>Россия</i>	69
<i>Китай</i>	80
<i>Бразилия</i>	85
2.3. Проекты по добыче и переработке горючих сланцев	86
<i>Узбекистан</i>	87
<i>Россия (Республика Коми)</i>	88
<i>Белоруссия</i>	88
<i>Сербия</i>	89
<i>Марокко</i>	89
<i>Израиль</i>	90
<i>Иордания</i>	90
<i>Мьянма</i>	92
<i>Египет</i>	92
III. Анализ цен на продукты переработки горючих сланцев	93
Краткие выводы по исследованию	98

Список таблиц

- Таблица 1. Технологические параметры установки УТТ-3000
- Таблица 2. Сравнение характеристик промышленных технологий переработки горючих сланцев
- Таблица 3. Распределение мировых запасов горючих сланцев по странам, %
- Таблица 4. Мировые запасы сланцевого масла и объемы его производства в 2008 г. и 2011 г.
- Таблица 5. Сравнение качества горючих сланцев различных месторождений мира
- Таблица 6. Характеристика образцов горючих сланцев различных месторождений мира, %
- Таблица 7. Качественные характеристики эстонских сланцев
- Таблица 8. Технические характеристики топочных масел производства VKG Oil AS
- Таблица 9. Технические характеристики сланцевого масла для пропитки древесины производства VKG Oil AS
- Таблица 10. Химический состав фенолов сланцевых суммарных производства VKG Oil AS
- Таблица 11. Химический состав фракции сланцевых фенолов HONEYOL производства VKG Oil AS
- Таблица 12. Основные характеристики продуктов тонкой химии производства VKG Oil AS
- Таблица 13. Характеристики исходных фракций сланцевого масла производства Eesti Energia Olitooustus
- Таблица 14. Химический состав композитного масла производства Eesti Energia Olitooustus
- Таблица 15. Характеристики сланцевого масла С-1 производства Kiviõli Keemiatööstus
- Таблица 16. Технические характеристики сланцевого масла производства ОАО «Завод Сланцы»
- Таблица 17. Качественные характеристики сланцев Ленинградского и Кашпирского месторождений
- Таблица 18. Продукты перегонки сланцев Кашпирского месторождения и области их применения
- Таблица 19. Запасы месторождений горючих сланцев в Китае
- Таблица 20. Среднегодовые экспортные цены Эстонии на продукцию на основе горючих сланцев при поставках в Россию в 2007-2012 гг., \$/т

Список рисунков

- Рисунок 1. Схема термического разложения горючего сланца при нагревании
- Рисунок 2. Распределение органической массы сланца при термическом разложении
- Рисунок 3. Схема подземной переработки горючих сланцев компании Shell
- Рисунок 4. Принципиальная схема устройства 1000-тонного генератора, технология Kiviter
- Рисунок 5. Принципиальная схема установки УТТ-3000
- Рисунок 6. Схема устройства реторты Petrosix
- Рисунок 7. Принципиальная схема установки Petrosix
- Рисунок 8. Схема установки АТР (Alberta Taciuk Process)
- Рисунок 9. Структура мировых запасов горючих сланцев по качеству сырья, %
- Рисунок 10. Объем мировой добычи горючих сланцев в 1880-2000 гг.
- Рисунок 11. Динамика добычи горючих сланцев в СССР в 1940-1990 гг., млн т
- Рисунок 12. Динамика добычи горючих сланцев Эстонии в 1940-2012 гг., млн т
- Рисунок 13. Динамика производства сланцевого масла в Эстонии в 2000-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 14. Динамика внутреннего потребления сланцевого масла в Эстонии в 2005-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 15. Динамика производства каменноугольного кокса в Эстонии в 2000-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 16. Динамика добычи горючих сланцев в России в 1940-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 17. Динамика среднегодовых экспортных цен Эстонии на кокс смоляной в 2007-2012 гг., \$/т
- Рисунок 18. Динамика среднегодовых экспортных цен на сланцевое масло компании VKG Oil AS при поставках в Россию в 2007-2012 гг., \$/т

Аннотация

Цель исследования – изучение мирового рынка горючих сланцев

Объектом исследования являются горючие сланцы

География исследования – мировой рынок

Данная работа является *кабинетным исследованием*. В качестве источников информации использованы данные ФСГС РФ, Департамента статистики Эстонии, Федеральной таможенной службы РФ, Таможенного комитета Украины, базы данных UN data.

Также использованы данные отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, материалы интернет-сайтов компаний, занимающихся добычей и переработкой горючих сланцев; материалы научных статей и конференций.

Отчет состоит из 3 глав, содержит 99 страниц, 18 рисунков и 20 таблиц.

Первая глава отчета посвящена технологиям добычи и переработки горючих сланцев в различных странах мира. В этой главе приведены сведения об основных технологиях термической переработки горючих сланцев, дана подробная характеристика технологий, которые в настоящее время используются в мировой практике в промышленных масштабах.

Во второй главе отчета рассмотрены данные об уровне добычи и переработки горючих сланцев в мире.

В этой главе приведены данные о распространенности месторождений горючих сланцев, объемах запасов и качестве сырья из разных месторождений.

Также в главе проанализированы статистические данные о динамике добычи горючих сланцев в Эстонии и России в период с 1940 г. по настоящее время.

Рассмотрены основные направления и объемы использования горючих сланцев в разных странах.

Третья глава посвящена анализу цен на продукты переработки горючих сланцев.

В заключение приведены основные выводы по исследованию.

Введение

Горючий сланец – твердое ископаемое, органоминеральная осадочная порода карбонатно-глинистого, глинистого, реже кремнеземного состава.

Содержит от 20% до 70% органического вещества (керогена), нерастворимого в органических растворителях. Генетической основой керогена является органическая масса сапропелитового характера, которая может иметь сапропелевое, гумусовое или смешанное происхождение.

При термическом разложении органической составляющей горючих сланцев образуется значительное количество смолы (сланцевого масла), близкой по составу к нефти. Уникальный состав органического вещества горючих сланцев позволяет получать на их основе широкий спектр химической продукции.

Кероген горючих сланцев характеризуется высоким содержанием водорода (7-11 мас. %), близким к таковому в ископаемой нефти, и высоким выходом летучих веществ (до 90 мас. %). Теплота горения керогена – до 29-37 МДж/кг.

Главное отличие горючих сланцев от ископаемых углей – более высокое атомное отношение водорода к углероду (H/C). В горючих сланцах оно в среднем равно 1,5, в ископаемых углях – 0,5-0,9.

В ряде случаев четкую границу между горючими сланцами и ископаемыми углями провести достаточно трудно.

По сравнению с другими видами твердых топлив теплотворная способность горючих сланцев невелика. В лучшем случае она сопоставима с аналогичной характеристикой для бурых углей, но составляет менее половины от таковой для каменных углей. В связи с высоким содержанием минеральной части при сжигании горючих сланцев образуется большое количество золы.

Из-за высокой зольности и низкого теплового эффекта в целом горючие сланцы относятся к низкосортным видам минерального топлива.

Низшая теплота сгорания горючих сланцев различных месторождений, а также различных пластов и участков одного месторождения может колебаться в широких пределах от 4-5 до 20-25 МДж/кг. Большинство горючих сланцев мира имеют среднюю (8-12 МДж/кг) или низкую (5-8 МДж/кг) теплоту сгорания.

В настоящее время уровень мирового потребления энергии оценивается более чем в 10 млрд т условного топлива/год.

Постоянное увеличение энергопотребления в мире приводит к истощению запасов традиционных энергоносителей, прежде всего нефти и газа. Поиски альтернативных источников сырья особенно актуальны для стран и регионов с напряженным топливно-энергетическим балансом.

Одним из альтернативных источников энергии, в первую очередь благодаря огромным запасам и химическому составу, являются горючие сланцы. Эти горные породы могут служить заменителем нефти, как для получения энергии, так и для производства разнообразных химических продуктов.

Горючие сланцы являются одним из наиболее распространенных видов твердого топлива.

По некоторым оценкам, разведанные запасы органического углерода в мире составляют в нефти – 10^{11} т, в угле – 10^{13} т, в горючих сланцах – 10^{17} т.

Согласно данным Committee on Industry, Research and Energy of the European Parliament, в 2007 г. мировые ресурсы горючих сланцев составляли 11 трлн т.

Из-за разницы в качестве наиболее корректно ресурсы горючих сланцев считать в баррелях масла, близкого по составу к природной нефти и получаемого при разложении органической части горючих сланцев при термическом воздействии. При таком подходе ресурсы горючих сланцев составляют более 4,7 трлн баррелей в нефтяном эквиваленте. Мировые ресурсы горючих сланцев распределены крайне неравномерно, большая часть – около 70% находится в Северной Америке, в Европе – около 12%.

В мире известно более 550 месторождений горючих сланцев, которые встречаются во всех основных геолого-структурных типах – складчатых областях, древних и молодых платформах.

Крупнейшее в мире месторождение горючих сланцев Green River с запасами около 60% мировых расположено в США.

Месторождения горючих сланцев различаются по условиям залегания, количеству продуктивных пластов, их мощности и строению, качеству сланцев, а также по степени изученности. Качественные характеристики горючих сланцев, в частности, содержание органического вещества, являются важнейшими показателями при оценке целесообразности разработки того или иного месторождения.

Большинство сланцев мира характеризуются низким выходом смолы при термической переработке. Однако история развития и многолетний опыт показывают, что технически возможна и экономически целесообразна переработка сланцев достаточно низкого качества – с выходом смолы 4-8%.

Одними из лучших в мире по качеству являются сланцы Прибалтийского бассейна с выходом смолы 21-24%, разработка месторождений этих сланцев продолжается уже почти 100 лет.

Горючие сланцы отдельных месторождений имеют высокое содержание Cu, Mo, U, Pb, Zn, V и оцениваются как рудное сырьё

Мировая сланцеперерабатывающая промышленность является старейшей отраслью топливной промышленности; осветительные масла, парафин, и некоторые другие продукты, прежде чем их стали вырабатывать из нефти, производились из сланцев.

Горючие сланцы являются комплексным полезным ископаемым – и топливом, и химическим сырьем.

В качестве топлива они могут использоваться при непосредственном сжигании, а также после переработки – в виде сланцевого масла; при термической переработке горючих сланцев помимо сланцевого масла можно получить различные химические вещества.

Промышленную ценность представляет как органическая, так и минеральная часть горючих сланцев, включая редкие и рассеянные элементы.

Из горючих сланцев можно получать различные виды продукции:

- топливно-энергетическую (газ, масло топочное, дизельное, мазут топочный, бензин, керосин),
- химическую (бензол, толуол, тиофен, сера, фенолы, ихтиол, пр.),
- концентраты редких и рассеянных элементов.

Зола, образующаяся при сжигании горючих сланцев, является дешевым сырьем для производства строительных материалов (цементы, стеновые блоки, наполнители бетонов).

По степени использования горючие сланцы занимают одно из последних мест среди горючих ископаемых. Причина этого – высокая зольность горючих сланцев и сложность комплексной переработки этого вида сырья с высокой экологической и экономической эффективностью.

Утилизация постоянно накапливающихся твердых отходов является одним из наиболее острых вопросов для сланцеперерабатывающих предприятий. Следует отметить, что Эстония, где переработка горючих сланцев идет уже без малого 100 лет, занимает одно из первых мест среди стран Европейского Союза по уровню образования отходов, в том числе и опасных, на душу населения.

Вместе с тем в разных регионах мира отмечается растущий интерес к возможности получения сланцевой смолы как альтернативного источника энергии. Это обусловлено наличием значительных ресурсов горючих сланцев при увеличивающихся энергетических потребностях и ограниченности либо истощении запасов традиционных источников углеводородов в ряде стран.

I. Технологии добычи и использования горючих сланцев в разных странах мира

1.1. Технологии добычи

Традиционно для месторождений горючих сланцев используются 2 основных способа добычи – открытый (карьерный) и подземный (шахтный).

Выбор способа добычи определяется, в первую очередь, условиями залегания продуктивных толщ горючих сланцев.

Также на выбор способа добычи оказывают влияние такие факторы как устойчивость вмещающих пород, гидрогеологические условия и технико-экономическая эффективность добычи.

Открытый способ предназначен для выходящих на поверхность или залегающих близко к поверхности пластов сланцевых залежей.

Открытый способ добычи является более экономически выгодным и безопасным по сравнению с шахтным. В то же время открытая добыча приводит ежегодно к нарушению больших площадей земной поверхности, уничтожается плодородный почвенный слой, нарушается первоначальная структура толщи вскрышных пород, происходит нарушение гидрогеологического и гидрохимического режима поверхностных и подземных вод. Воздушная среда загрязняется пылью от буровзрывных и транспортных работ.

При *подземном* способе добычи происходит деформация земной поверхности над отработанным пространством, нарушение гидрогеологического режима и загрязнение окружающей среды отходами производства, а также накопление отвалов пустых пород и отходов обогащения.

В районах добычи сланцев нарушается гидрогеологический режим: дренируются водоносные горизонты, понижаются уровни водоемов, загрязняются поверхностные и подземные воды.

В мировой практике широко применяются оба способа добычи горючих сланцев. Так, в Бразилии разработка месторождения горючих сланцев ведется открытым способом, в Китае – как открытым, так и подземным.

На территории современной России горючий сланец добывался только шахтным способом – в Прибалтийском (Ленинградское месторождение) и Волжском (Кашпирское месторождение) бассейнах.

В Эстонии добыча сланца ведется как в карьерах, так и на шахтах. В период максимального объема добычи этого полезного ископаемого (конец 70-х – начало 80-х гг. прошлого века) 55% горючего сланца добывалось открытым способом.