ISSN 0135-3500. Зап.Санкт-Петербургского горного ин-та. 1993. Том 137

УДК 553.983.04.47+57

Г.П.ДУБАРЬ

АНАЛИЗ СЛАНЦЕНОСНОСТИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

На основе большого объема материалов приводятся основные параметры качества горючих сланцев, предпосылки сланценакопления, приуроченность к геоструктурам сланценосных формаций, закономерности распространения горючих сланцев на площади и в разрезе бассейнов, месторождений, регионов и возможности их комплексного использования.

Горючие сланцы следует рассматривать как комплексные полезные ископаемые. Интерес к ним в мире будет возрастать по мере сокращения запасов нефти и природного газа. Помимо традиционного применения в виде твердого топлива, горючие сланцы используются как химико-технологическое сырье для получения синтетической нефти (сланцевой смолы) и горючего газа, а также ряда продуктов для химической промышленности и других отраслей народного хозяйства.

Горючие сланцы широко распространены в мире. По объему потенциальной энергии и сланцевой смолы горючие сланцы намного превышают ресурсы других горючих полезных ископаемых.

Горючие сланцы – это осадочные горючие породы (карбонатные, глинистые, кремнистые и смешанные), содержащие свыше 20 % органического вещества (керогена и частичного битумоидов), легко загорающиеся от спички и горящие коптящим пламенем с запахом жженой резины. Битумоиды горючих сланцев извлекаются органическими растворителями, пиробитумы выделяются при сухой перегонке керогена. По внешнему виду горючие сланцы коричневые, зеленоватые, желтоватые, серые, черные различных оттенков, массивные или тонкослоистые, при выветривании иногда расслаивающиеся на тонкие плитки. Кроме органического вещества (20–70 %) в сланцах присутствуют и минеральные примеси.

Качество органического вещества обусловлено присутствием сапропелевой или гумусовой органики, их соотношением и изменением на стадиях диагенеза и катагенеза. Количественные соотношения сапропелевой и гумусовой органики положены в основу подразделения горючих сланцев на петрографические типы: сапропелитовые, гумитосапропелитовые и сапропелитогумитовые [4]. Диагенез и катагенез органического вещества приводит к качественным изменениям керогена горючих сланцев.

Основными показателями, определяющими промышленное значение горючих сланцев, являются элементный состав керогена: C, H, O, N, S и показа-

тели технического анализа: влажность W^p, зольность A^d, выход летучих веществ V^{daf} и V^d, теплота сгорания Q^d и Q^{daf}, а также выход смолы полукоксования (на сланец – T^a_{sk} и на кероген – T^{daf}_{sk}). Эти показатели определяются государственными стандартами [3].

Ряд исследователей [6,12] пришли к заключению, что более надежным критерием оценки качества горючих сланцев является показатель выхода смолы, особенно с позиций их возможного химико-технологического использования (табл.1).

Таблица

Типы горючих сланцев по выходу смолы

Тип	Выход смолы на сланец T^a_{sk}, %	Выход смолы на кероген T^{daf}_{sk}, %	Примеры месторождений и бассейнов
Высокосмоляной	20–40	Более 40	Прибалтийский (кукерситы), Болтышское
Среднесмоляной	10–20	30–40	Кашпирское, Оленекский, Туровское
Низкосмоляной	Менее 10	Менее 30	Карпатский (меннлитовые сланцы), Прибалтийский (диктионемовые сланцы)

Основные запасы горючих сланцев приходятся на два последних типа.

При подсчете запасов ресурсов горючих сланцев важным показателем является теплота сгорания на сухое топливо Q^d и горючую массу Q^{daf}, принимаемые соответственно не ниже 8,4 и 5 МДж/кг.

Важным промышленным показателем является зольность A^d, составляющая для сланцев 30–80 % [9] (табл.2).

Таблица 2

Типы горючих сланцев по зольности

Тип	A^d, %	Q^d, МДж/кг	T^a_{sk}, %	Примеры месторождений и бассейнов
Малозольные	Менее 60	10,5	20	Прибалтийский (кукерситы), Болтышское
Среднезольные	60–70	8,4–9,6	10–20	Кашпирское
Высокозольные	70–80	6,3–6,9	10	Карпатский, Прибалтийский (диктионемовые сланцы), Оленекский

По составу золы горючие сланцы подразделяются на силикатные, алюмосиликатные и карбонатные (табл.3).

Таблица 3

Типы горючих сланцев по составу золы

Тип	Состав	Области возможного использования
Силикатный	$SiO_2+Al_2O_3$, из них 60–80 % SiO_2	Строительные материалы
Алюмосиликатный	$SiO_2+Al_2O_3$, из них 20–30 % Al_2O_3	Строительные материалы и источник Al_2O_3
Карбонатный	25–70 % $CaCO_3$	Строительные материалы и удобрение в сельском хозяйстве

Горючие сланцы ряда месторождений содержат многие редкие и рассеянные ...ические элементы: молибден, ванадий, уран, рений, германий др., -- в количествах, значительно превышающие кларковые. Наличие повышенных концентраций ряда элементов может существенно влиять на перспективную оценку отдельных месторождений горючих сланцев.

На территории России и сопредельных государств насчитывается свыше 100 месторождений и бассейнов, изученных с различной степенью детальности [2]. Среди них наиболее разведаны и промышленно освоены Прибалтийский и Волжский бассейны, поисково-разведочными работами выявлены и оценены бассейны и месторождения: Припятский, Карпатский, Яренгский, Сысольский, Большеземельский, Ижемский, Болтышское, Ново-Дмитриевское, Кендырлыкское; геологической съемкой и поисками установлены Оленекский, Кызылкумский, Амударьинский бассейны и многие другие.

Наибольшее количество сланцевых месторождений приходится на европейскую часть России, единичные расположены в Восточной Сибири и на Северо-Востоке и немногочисленные в Средней Азии. Неравномерность размещения сланценосных площадей, во-первых, объясняется лучшей геологической изученностью европейской части и, во-вторых, видимо, меньшим распространением сланценосных формаций в Восточной Сибири и на Северо-Востоке России.

Размещение месторождений горючих сланцев на территории обусловлено комплексом предпосылок сланценакопления, в первую очередь, геотектоническими и палеогеографическими факторами.

Раннепалеозойское сланценакопление происходило на древних малоподвижных Восточно-Европейской и Сибирской платформах, консолидировавшихся в верхнем протерозое. На громадных площадях мелководных морей в аридном климате накапливались кембрийские оленекские и ордовикские прибалтийские горючие сланцы. В среднем палеозое (в средне- и позднедевонскую эпохи) в платформенных и субплатформенных условиях на обширных морских и прибрежно-морских пространствах Припятского прогиба, на склонах Башкирского свода, в Печорской синеклизе и на локальных участках Восточной Сибири – в Кузнецком прогибе и в Минусинской впадине – в субаридном и гумидном климате вновь образовались горючие сланцы. Позднепалеозойское сланценакопление, приуроченное к лагунным условиям позднекаменноугольно-пермского времени,

было распространено в Южном и Восточном Казахстане, в основном в Зайсанской впадине (Кендырлыкское месторождение).

В мезозойскую эру сланценакопление протекало крайне неравномерно. Триасовый и меловой периоды характеризовались, видимо, неблагоприятными для сланценакопления тектоническими и палеогеографическими условиями, что привело к образованию ограниченных залежей горючих сланцев на крайнем Северо-Востоке, в Средней Азии, на Кавказе, в Крыму и Предуралье. Сланцеобразование происходило в субплатформенных и геосинклинальных областях, в прибрежно-морских и лагунных водоемах, в субаридном и гумидном климате. Наиболее интенсивное сланценакопление приходится на юрский период, особенно позднеюрскую эпоху. Многочисленные бассейны и месторождения верхней юры широко распространены на рассматриваемой территории. Располагаясь на платформах и субплатформенных участках, они тяготеют к восточному обрамлению Восточно-Европейской платформы (бассейны Ижемский, Большеземельский, Сысольский [7], Яренгский, Волжский и др.), южной части Сибирской платформы (месторождения Иркутской впадины и Забайкалья) и к геосинклинальным структурам Средней Азии. Благоприятными условиями сланцеобразования в условиях теплого и жаркого гумидного климата являлись прибрежные участки крупных морей и отдельные, часто изолированные лагуны, заливы и озера.

Кайнозойский этап сланценакопления (палеоген-неогеновый) протекал в основном в геосинклинальных, субплатформенных и платформенных условиях, в том числе в сравнительно небольших впадинах - кальдерах и соляных куполах. В прибрежных мелководных морях, заливах, лагунах, озерах в основном в гумидном климате накапливались горючие сланцы Карпатского, Кызылкумского, Амударьинского бассейнов, месторождения Закавказья, Украины и многие другие. Особенно благоприятные условия наблюдались в палеогеновом периоде. Четвертичный период характеризовался локальным сланценакоплением в озерных впадинах (месторождения Балхашское, Кучевское и др.).

Смена и особенности геотектонического режима палеогеографических обстановок во времени предопределили масштабы и размещение сланценакопления на рассматриваемой территории. От палеозоя к мезозою и кайнозою уменьшаются ареалы сланценакопления, которое постепенно мигрирует из внутренних впадин малоподвижных древних платформ (Оленекский, Прибалтийский бассейны) к более подвижным окраинным частям платформ и субплатформенным участкам (Волжский, Ижемский, Большеземельский, Яренгский, Сысольский бассейны, месторождения Минусинской впадины и Забайкалья) и, наконец, к подвижным областям геосинклиналей, субплатформ и к наложенным впадинам на платформах (Карпатский, Кызылкумский, Амударьинский бассейны, месторождения Закавказья, Украины и другие).

Палеогеографические обстановки, благоприятствовавшие сланценакоплению, изменялись во времени: постепенно уменьшалась роль морских фаций и увеличивался объем фаций прибрежно-морских, прибрежно-континентальных, внутриконтинентальных на фоне изменения климатических условий от аридного и субаридного до жаркого и теплого гумидного. В геологической истории

сланценакопления от кембрийского до четвертичного периодов отчетливо наблюдаются максимумы – ареалы распространения сланценосности на площади, приуроченные к кембрийскому, ордовикскому, юрскому и палеогеновому периодам.

Сланценосные отложения накапливались также в различных тектонических условиях [17]. Многообразие геологических предпосылок накопления горючих сланцев обусловило их приуроченность к различным группам осадочных формаций: карбонатным, флишевым, угленосным, осадочно-вулканогенным, молассовым и соленосным. В основу классификации осадочных месторождений горючих сланцев, подобно другим осадочным полезным ископаемым, положен тектонический фактор.

Месторождения горючих сланцев подразделяются на три геотектонических типа: геосинклинальные (складчатые области), платформенные (впадины и прогибы на синклиналях и склонах антиклиз, впадины на соляных куполах и кальдеры) и переходные (краевые и межгорные прогибы). Сланцевые месторождения в пределах указанных типов приурочены к определенным осадочным формациям и характеризуются характерным набором вмещающих пород.

Геосинклинальные месторождения приурочены к карбонатным, терригенным, флишевым и молассовым вулканогенно-осадочным формациям мощностью от многих сотен до десятков тысяч метров. В составе указанных формаций горючие сланцы, слагающие многочисленные тонкие, часто невыдержанные пласты, образуют пачки суммарной мощностью многие метры – десятки метров. Вмещающими отложениями являются различные терригенные осадки, реже карбонатные, часто с флишевой ритмичностью. Характерными чертами геосинклинальных месторождений горючих сланцев является их сравнительно узкая линейная ориентировка на десятки–сотни километров, наличие интенсивных пликативных и дизъюнктивных нарушений. По составу сланценосные формации часто флишоидного типа, состоят из частого ритмичного переслаивания аргиллитов, алевролитов, карбонистых прослоев и горючих сланцев. Горючие сланцы сапропелитогумитовые и гумитосапропелитовые, часто напоминающие аргиллиты, в основном низкосмоляные, высокозольные, с теплотой сгорания 6,3 МДж/кг и ниже.

К геосинклинальной группе сланценосных формаций относятся горючие сланцы Карпат (менилитовые), Закавказья, Средней Азии (Кендырлыкское месторождение).

В парагенезе с геосинклинальными месторождениями горючих сланцев встречаются озокериты, угли, нефть, газ, многочисленные минеральные строительные материалы и сырье для их производства. Геосинклинальные месторождения горючих сланцев слабо изучены и не имеют четкой промышленной оценки.

Платформенные месторождения горючих сланцев пространственно связаны с карбонатными, терригенными, терригенно-эффузивными, угленосными и соленосными формациями. Собственно сланценосные отложения, залегающие в указанных формациях, характеризуются относительно небольшой мощностью – десятки–первые сотни метров, широким распространением на площади (десятки–сотни тысяч квадратных километров), горизонтальным или близким к нему залеганием, слабым развитием дислокаций. Как правило, сланценосные платфор-

менные отложения залегают ближе к нижней или средней части перечисленных осадочных формаций. Они могут подстилаться и перекрываться различными породами. Наиболее благоприятными тектоническими условиями для образования сланценосных отложений следует считать эпохи, характеризующиеся спокойной и стабильной тектонической активностью. Сланценосные платформенные формации представлены различными известняками, мергелями, глинами, горючими, глинистыми и мергелистыми сланцами и другими породами. Ритмичность сланценосных толщ многопорядковая.

Сланценосные формации содержат от нескольких до 30 выдержанных пропластов и пластов горючих сланцев с суммарной мощностью 5–10 м, редко больше. Промышленное значение чаще имеют не отдельные пласты, а несколько сближенных слоев, объединенных в промышленные пласты, мощностью 2 м и более. Горючие сланцы сапропелитовые, гумитосапропелитовые, часто высоко- и среднесмоляные, мало- и среднезольные, с теплотой сгорания 6,3–10,5 МДж/кг.

Платформенные месторождения наиболее многочисленные, часто крупные, имеют основное промышленное значение. К ним следует отнести ряд бассейнов и месторождений: Оленекский, Прибалтийский, Волжский, Сысольский, Кренгский, Большеземельский, Ижемский, Болтышское, а также месторождения, залегающие на соляных куполах (Ново-Дмитриевское, Песочненское) и в кальдерах (Болтышское).

В парагенетической ассоциации с горючими сланцами находятся нефть, газ, угли, фосфориты, соли, карбонатное сырье, строительные материалы, иногда алмазы.

Переходные месторождения характеризуются линейной вытянутостью на многие десятки–сотни километров, приуроченностью к карбонатно-терригенным формациям мощностью десятки–сотни метров. Формации содержат 3–10 и более выдержанных пластов горючих сланцев с суммарной мощностью 5–10 м, редко 50 м и даже более. Горючие сланцы в основном гумитосапропелитовые, реже сапропелитовые, средне- и низкосмоляные, чаще высокозольные, с теплотой сгорания 6,3–8,4 МДж/кг. Вмещающие породы чаще терригенные и карбонатные. Отложения залегают практически горизонтально или осложнены слабой складчатостью и мелкими разрывными нарушениями. Переходные формации горючих сланцев в основном приурочены к зонам передовых прогибов и межгорных впадин. К ним следует отнести Припятский прогиб и сланценосную толщу Кузнецкого прогиба. Несомненно, при дальнейшем изучении сланценосных формаций перечень месторождений переходного типа увеличится.

Несмотря на недостаточную изученность месторождений переходного типа, следует отметить их важное промышленное значение в общем балансе ресурсов горючих сланцев мира. Здесь уместно упомянуть, что к переходному типу за рубежом относятся крупнейшие месторождения, в том числе уникальное Грин Ривер (США) [5,11].

В парагенезисе со сланцами переходного типа встречаются нефть, соли, многие строительные материалы.

Впервые геологические запасы горючих сланцев на территории СССР были подсчитаны в 1956 г. и оценены в 54,5 млрд.т [8]. Второй подсчет общего-

логических запасов горючих сланцев, выполненный в 1968 г., составил 192 млрд.т [10].

Нами при оценке месторождений горючих сланцев учитывались разведанные запасы по категориям $A+B+C_1$ и C_2 и ресурсы категорий P_1, P_2 и P_3. К прогнозным P_1 отнесены ресурсы площадей, на которых сланценосность установлены в отдельных точках при условии предполагаемого по геологическому строению постоянства сланценосности между точками. К категории P_2 – ресурсы, установленные по единичным разобщенным точкам, не позволяющим оценить выдержанность сланценосности. Площади с выявленной сланценосностью, на которых ресурсы могут быть оценены приблизительно по общим геологическим предпосылкам, отнесены к категории P_3.

П р и б а л т и й с к и й бассейн расположен в Эстонии, Ленинградской, Псковской, Новгородской и Вологодской областях. В бассейне выделяются Эстонское, Ленинградское, Веймарнское и Чудово-Бабинское месторождения. На Эстонском и Ленинградском месторождениях неглубокими шахтами и разрезами добывается около 30 млн.т сланцев.

В Прибалтийском бассейне выделяются две формации горючих сланцев: среднеордовикская, содержащая кукерситы, и нижнеордовикская с некондиционными диктионемовыми сланцами.

Промышленное значение в среднеордовикской формации имеют несколько сближенных слоев горючих сланцев – промышленный пласт, распространенный на площади 5,5 тыс.км^2, мощностью 2,8–3,2 м (на Эстонском месторождении) и 1,8–2,0 м (на Ленинградском). Запасы горючих сланцев по категориям $A+B+C_1$ оценены в 4,97 млрд.т, из них 3,9 млрд.т по Эстонскому, 1,07 млрд.т по Ленинградскому месторождению. Кроме того, учтены запасы горючих сланцев в верхней части кукерского горизонта O_2кк – 1,03 млрд.т по категории C_2. Всего балансовые запасы составляют около 6 млрд.т. Ресурсы Прибалтийского бассейна по категориям P_1 и P_2 оценены в 18,5 млрд.т. Общие геологические запасы и ресурсы бассейна 24,527 млрд.т [12,14].

Горючие сланцы сапропелевые, с содержанием керогена до 40 %. Минеральная часть горючих сланцев терригенная и карбонатная. Элементный состав, %: C – 76,5–77,5; H – 9,4–9,9; N – 0,2–0,5; S – 1,2–2,0; Cl – 0,5–0,9; O – 9–11. Растворимость керогена в органических растворителях не превышает 2 %. Теплотворная способность Q_c^d = 8,4÷21,4 МДж/кг. Количество золы A^d = 40÷60 %. Выход смолы T_{sk}^{daf} = 20÷40 %. Выход летучих V^d = 30÷55 %. Органическое вещество горючих сланцев соответствует буроугольной стадии изменения.

Горючие сланцы (кукерситы) широко используются для получения электроэнергии, горючего газа, сланцевой смолы, в химической и строительной промышленности, сельском хозяйстве.

В о л ж с к и й бассейн (по прежней терминологии – Волжско-Печорская провинция) расположен в европейской части России, включая Яренгский, Ижма-Печорский, Сысольский, Кировский, Костромской, Куйбышевско-Саратовский сланценосные районы, и в западной части Казахстана (Обще-Сыртовский район). Общая площадь 350 тыс.км^2 [2,13,18].

В верхнеюрской сланценосной формации устанавливается один–восемь рабочих пластов горючих сланцев сложного строения мощностью 0,5–4,2 м. Запасы по категориям $A+B+C_1$ оцениваются в 1,303 млрд.т, по категории C_2 – в 3,054 млрд.т, забалансовые – 1,129 млрд.т. Кондиционные ресурсы по категориям P_1 и P_2 составляют соответственно 11,447 и 18,963 млрд.т, некондиционные – 2,260 и 2,685 млрд.т.

В последнее время в составе Волжского бассейна предлагается выделять самостоятельные сланцевые бассейны: Сысольский (10 тыс.км^2; 19,920 млрд.т), Яренгский (10 тыс.км^2; 8 млрд.т), Ижемский (36 тыс.км^2; 13,338 млрд.т), Большеземельский (85 тыс.км^2; 46,311 млрд.т). Всего по четырем бассейнам ресурсы составят по категории P_1 – 19,264 млрд.т, по категории P_2 – 27,050 млрд.т [13].

Горючие сланцы сапропелитовые, с примесью гумусового материала, с содержанием керогена 11–55 %. Элементный состав и показатели технического анализа, %: C – 54–79; H – 7–8,8; O+N – 4,7–35,2; N – 0,6; W^a = 2,8÷7,5; A^d = 24,8÷88,5; $S^d_{об}$ = 1,2÷17. Теплотворная способность $Q^d_б$ = 7,2÷21,4 МДж/кг. Минеральная часть горючих сланцев – терригенная и карбонатная. Состав золы, %: SiO_2 > 40; CaO = 14÷34,9; Al_2O_3 = 4,8÷30. На Кашпирском месторождении подземным способом добывается около 500 тыс.т горючих сланцев, используемых как низкосортное топливо, сырье в химической и строительной промышленности.

Сланценосность Волжского бассейна в целом изучена еще недостаточно. На площади бассейна имеется ряд перспективных площадей с рабочими пластами сланцев, Q^p > 8,4 МДж/кг и возможной производительностью 4–5 млн.т/км^2.

Оленекский бассейн горючих сланцев расположен в Якутии на площади 130–135 тыс.км^2. Нижне–среднекембрийская сланценосная формация мощностью 25–60 м включает пять–шесть рабочих пластов горючих сланцев простого строения мощностью до 2 м. Ресурсы сланцев по категории P_3 оцениваются в 849 млрд.т [2,16].

Горючие сланцы сапропелитовые, с содержанием керогена 20–25 %. Органическое вещество находится на буроугольной стадии изменения. В основном горючие сланцы высокозольные, карбонатно–терригенные. Элементный состав, %: C – 70–79; H – 8–10; N – 1,5–7,6; O – 4–15. Показатели технического анализа и выход смолы, %: A^d = 61÷79; $S^d_{об}$ = 0,8÷2,4; $Q^d_б$ = 7,1÷7,9 МДж/кг; T^a_{sk} = 5÷10. На значительной площади бассейна возможна открытая разработка.

На территории Украины наибольшего внимание заслуживают палеогеновые горючие сланцы Болтышского месторождения и Карпатского бассейна.

Болтышское месторождение (P_3) расположено в Александровском районе Кировоградской области на площади 400 км^2 в пределах кальдеробразной впадины диаметром 20–25 км. На месторождении установлены шесть рабочих пластов мощностью от 0,5 до 3,2 м, из них два – наиболее устойчивые – имеют мощность 1,9–2,2 и 1,6–3,2 м. Ресурсы категорий P_1 (кондиционные и некондиционные) составляют соответственно 3,445 и 0,920 млрд.т. При подсчете приняты кондиции: мощность пластов более 2 м, Q^d > 8,4 МДж/кг, T^a_{sk} > 12 %. Горючие сланцы сапропелитовые и сапропелитогумитовые, буроугольной стадии

изменения. По качеству болтышские сланцы не уступают эксплуатирующимся прибалтийским и волжским. Горючие сланцы могут быть использованы для получения жидкого топлива, горючего газа, строительных материалов, как сырье для химической промышленности. В пределах месторождения возможна открытая разработка горючих сланцев в юго-западной прибортовой части впадины до глубины 70 м и ширине полосы до 3 км. В центральной части месторождения глубина залегания сланцев 350 м и более [2].

Карпатский бассейн менилитовых горючих сланцев площадью 15 тыс.км^2 расположен в зоне Карпат Украины. В сланценосной нижнеолигоценовой формации насчитывается несколько десятков в основном нерабочих пластов сланцев. Промышленный интерес представляет 55-метровая пачка горючих сланцев и вмещающих их пород. Ресурсы горючих сланцев по категории P_3, оцененные весьма приблизительно, составляют сотни миллиардов тонн, с потенциальными запасами смолы 15–20 млрд.т [2].

Горючие сланцы сапропелитогумитовые, реже сапропелитовые, содержание 10–25 % органического вещества. Органическое вещество сланцев относится к буроугольной стадии изменения. Минеральная часть горючих сланцев в основном пелитовая алюмосиликатная. Обогащение сланцев затруднено из-за тонкого срастания органики с минеральными примесями (A^d = 70÷85 %). Элементный состав, %: C – 11,5–17,2; H – 1–2; O – 3–5; N – 0,4–0,6. Содержание серы $S^d_{об}$ = = 1,5÷3,2 %. В ряде мест бассейна возможна открытая разработка.

Месторождение Верхне-Синевидное – наиболее перспективное по качеству сланцев: $Q^d_б$ = 5,9÷8,8 МДж/кг, T^a_{sk} = 2,4÷6,7 %, в среднем 4–5 %.

Промышленное использование менилитовых горючих сланцев в энергетических целях затруднено из-за их низкого качества. Тем не менее громадные запасы горючих сланцев и главное – потенциальных запасов смолы являются обнадеживающими в последующей экономической оценке бассейна.

Припятский бассейн горючих сланцев расположен в Южной Беларуси в пределах Гомельской и Минской областей на площади свыше 3 тыс.км^2. Верхнедевонская формация содержит семь рабочих пластов горючих сланцев простого и сложного строения мощностью от 0,55 до 2,20 м. Ресурсы бассейна оцениваются в 11 млрд.т по категории P_1, из них на более перспективное Любанское месторождение приходится 800 млн.т [1].

Горючие сланцы сапропелитовые, с органическим веществом, находящимся на буроугольной либо переходной к длиннопламенной стадии катагенеза. Элементный состав, %: C – 82,9÷84,5; H – 11,3÷11,7; N – 0,7÷0,8; O – 1,5÷2,3. Показатели технического анализа и выхода смолы, %: A^d = 68÷76; W^p = 1,2; $S^d_{об}$ = 1,1÷1,4; Q^d = 5,7 МДж/кг; T^a_{sk} = 5÷8; T^{daf}_{sk} = 48÷56. Минеральная часть в основном глинистая и карбонатная.

Горючие сланцы Припятского бассейна могут быть использованы как комплексное сырье в энергетике, химии, сельском хозяйстве и в строительной промышленности.

Месторождения Казахстана представлены Кендырлыкским (C_3-P_1), Сагандыкским (P_1), Тологойским (Кара-Адырское) (P_1), Байхожинским (P_2) и сланцепроявлениями хр.Каратау (J). Практический интерес представляет Кендерлыкское месторождение.

Кендерлыкское месторождение расположено в Восточно-Казахстанской области в 40 км от г.Зайсан. Сланценосная формация имеет мощность свыше 1000 м и подразделяется (снизу) на кендырлыкскую (C_3), караунгурскую (P_1) и сайканскую (P_1) свиты. Общее количество рабочих пластов в толще 14-15, мощность от 0,60 до 8,80 м. Средняя мощность пластов около 2 м. Как правило, они сложные по строению. Наиболее сланценасыщена нижняя часть сайканской свиты, где в интервале разреза 23,5 м находятся три пласта горючих сланцев (6,73; 8,81; 2,48 м) с суммарной мощностью около 18 м. Запасы Кендырлыкского месторождения по категориям $A+B+C_1$ составляют 20,3 млн.т (из них по A - 2,2; B - 4,5; C_1 - 13,6 млн.т), по категории C_2 - 154 млн.т; забалансовые - 532 млн.т, ресурсы P_1 оцениваются 5,3 млрд.т [2].

Горючие сланцы сапропелитогумитовые и гумитосапропелитовые. Элементный состав, %: C - 68-77; H - 7-8,35; N - 1,70-1,95; O+S - 12,7-24,8. Показатели технического анализа и выход смолы, %: A^d = 62,10+73,50; $S^d_{об}$ = 1,26+1,70; V^d = 22,5+28,5; $Q^d_б$ = 11,3÷13,4 МДж/кг; T^a_{sk} = 6+17,9; T^{daf}_{sk} = 22,60+49,2. Качество кендырлыкских сланцев высокое. Они могут быть использованы не столько как топливо, но, в первую очередь, как малосернистое химическое сырье с высоким выходом смолы. Частично месторождение может отрабатываться открытым способом, причем попутно в большом количестве возможно добывать бурые и каменные угли.

Среди месторождений У з б е к и с т а н а выделяются самостоятельные Кызылкумский и Амурдарьинский бассейны (P_2) и Байсунское месторождение (P_2) с суммарными ресурсами по категории P_2 свыше 47 млрд.т. Наиболее изучено Байсунское месторождение.

Байсунское месторождение расположено в предгорной полосе Гиссарского хребта на площади 112,5 км^2. Сузакские слои нижнего эоцена содержат выдержанный пласт горючего сланца мощностью 0,4-0,72 м. Запасы по категориям C_1 и C_2 составляют 7,5 млн.т, ресурсы - 1,4 млрд.т [2]. Горючие сланцы сапропелитогумитовые. Средние показатели технического анализа и выход смолы, %: W^a = 2,51; A^d = 66,46; $S^d_{об}$ = 4,71; V^d = 31,67; $Q^d_б$ = 10,4 МДж/кг; T^a_{sk} = = 10,37.

Сланцы могут быть использованы как энергетическое и химическое сырье. Возможна отработка открытым способом.

Месторождения Т а д ж и к и с т а н а - Каратау, Кабуньенское, Раватское, Гаряуты, Кыз-Ылчек, Тереклитау - представлены сузакскими слоями палеогена мощностью 55-160 м, среди которых встречены два пласта горючих сланцев мощностью 1,0 и 1,2 м.

Запасы месторождения Тереклитау по категории C_1 оцениваются в 0,9 млн.т. Общие ресурсы всех месторождений Таджикистана по категория P_1 и P_2 составляют 2,9 млрд.т. Месторождение Тереклитау не представляет промышленного интереса вследствие незначительных запасов сланцев. Остальные месторождения Таджикистана изучены крайне слабо. По имеющимся показателям качества горючих сланцев - теплотворной способности, зольности и выходу смолы - они в настоящее время не могут рассматриваться как перспективные.

Таблица 4

Распределение запасов и ресурсов горючих сланцев по регионам, млрд.т

Регион	Общие запасы и ресурсы	Всего запасов	Запасы по категориям		Всего ресурсов	Ресурсы		
			$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	P_3
Европейская часть	154,89	13,05	8,34	4,71	141,84	50,49	86,35	5
Западная Сибирь	0,50	0,13	0,04	0,09	0,37	0,37	-	-
Восточная Сибирь	0,39	0,33	0,09	0,24	0,06	0,06	-	-
Дальний Восток	849,00	-	-	-	849,00	-	-	849
Казахстан	0,88	0,35	0,20	0,15	0,53	0,53	-	-
Средняя Азия	3,61	0,01	0,005	0,005	3,60	0,90	2,70	-
Всего	1009,27	13,87	8,675	5,195	995,40	52,35	89,05	854

Интересно и важно оценить распределение запасов и ресурсов сланцев по регионам (табл.4) и возрасту. Основными регионами являются европейская часть России и Дальний Восток. По возрасту максимумы сланценакопления в миллиардах тонн приходятся на кембрийский (849), девонский (II), ордовикский (24,5), юрский (свыше 100), палеогеновый (свыше 25) периоды.

Приведенный анализ и оценка запасов и ресурсов горючих сланцев свидетельствует, с одной стороны, об их громадных масштабах и неравномерности распространения на рассматриваемой территории, с другой стороны, об очевидной недостаточности их изученности. Выявленные закономерности распространения сланценакопления во времени и пространстве могут быть положены в основу прогнозных критериев при осуществлении поисковых и разведочных работ на горючие сланцы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахгирович Л.Ф. Сланценосная формация верхнего палеозоя Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1982. 210 с.

2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. М.: Недра, 1968. Т. 11. 607 с.

3. Гинзбург А.И., Лапо А.В., Летушова И.А. Рациональный комплекс петрографических и химических методов исследования углей и горючих сланцев. Л.: Недра, 1976. 103 с.

4. Гинзбург А.И. Атлас петрографических типов горючих сланцев. Л.: Недра, 1991. 116 с.

5. Горючие сланцы / Под ред. Т.Ф.Йена и Дж.Чилингаряна. Л.: Недра, 1980. 261 с.

6. Добрянский А.Ф. Горючие сланцы СССР. Л.: Гостоптехиздат, 1947. 232 с.

7. Дубарь Г.П., Золотов А.П., Сметанина З.А. Состав, строение и условия образования волжской сланценосной формации Сысольского бассейна. М., 1989. 8 с. Деп. в ОНТЛ ВИЭМС.

8. Запасы углей и горючих сланцев СССР / Под ред. Н.З.Шабарова и А.В.Тыжнова. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 121 с.

9. Зеленин Н.И., Озеров И.М. Справочник по горючим сланцам. Л.: Недра, 1983. 246 с.

10. Клер В.Р., Неваков В.Ф. Геологические запасы горючих сланцев в СССР // Сов. геология. 1971. № 3. С. 20-28.

11. Кузяецов Д.Т. Горючие сланцы мира. М.: Недра, 1975. 355 с.

12. Прогноз горючих сланцев Европейской части СССР / Под ред. Б.А.Котлукова и С.С.Баукова. Таллинн: Изд-во АН ЭССР, 1974. 69 с.

13. Прогноз сланценосности Европейского Севера СССР / В.А.Дадеев, Ю.А.Анисимов, Л.Ф.Васильева и др. / Коми филиал АН СССР. Сыктывкар, 1981. 36 с. (серия препринтов "Научные рекомендации народному хозяйству"; Вып. 29).

14. Строение сланценосной толщи Прибалтийского бассейна горючих сланцев-кукерситов. Таллинн: Валгус, 1986. 82 с.

15. Труды I симпозиума Организаций Объединенных Наций по разработке и использованию запасов горючих сланцев. Таллинн: Валгус, 1970. 623 с.

16. Тыжнов А.В. Геологические запасы углей СССР // Сов. геология. 1970. № 4. С. 54-63.

17. Формации горючих сланцев. Таллинн: Валгус, 1973. 159 с.

18. Яхутл Г.В. Верхнеюрская формация горючих сланцев Русской платформы: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / Всесоюзн. геол. ин-т. Л., 1976. 20 с.