

УДК 550.8.01

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНДИЦИЙ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОРФА

П.В. Бернатонис

Томский политехнический университет

E-mail: bpv@tpu.ru

Рассмотрены требования промышленности к изучению качества сырья для оконтуривания запасов торфа и попутных полезных ископаемых: сапропеля, болотных фосфатов и карбонатов, растительного слоя, органо-минеральных отложений, металлоносных образований, болотных вод, минеральных отложений и болотного метана.

Ключевые слова:

Торф, попутные полезные ископаемые, качество, кондиции, запасы.

Key words:

Peat, associated minerals, peat quality requirements, reserves.

Введение

В соответствии с ныне действующими инструкциями и методическими указаниями [1–4], разведка месторождений торфа не сопровождается технико-экономическим обоснованием кондиций для подсчета запасов сырья. Геолого-экономическая оценка месторождений торфа осуществляется специализированными институтами в процессе технического проектирования торфодобывающих предприятий. При этом возможность производства из торфа различных видов продукции определяется с использованием существующих технических условий, отраслевых, государственных и межгосударственных стандартов.

Среди основных параметров кондиций недостаточной степенью обоснованности характеризуются показатели качества и свойств торфа. Возможные направления его использования зачастую определяются не на основе аналитических исследований, а исходя из косвенных показателей качества – вида торфа, его зольности, степени разложения и др. Поэтому в ряде случаев освоение уже разведанных торфяных месторождений потребует их доразведки для дополнительного изучения качества сырья: содержания битумов, гуминовых веществ, вредных примесей и попутных полезных компонентов, санитарно-бактериологических показателей и т. д.

Изучение качества и технологии переработки торфа

В настоящее время выделяют следующие способы переработки торфа [4]: механический (кипованный торф, удобрения, грунты, смеси и субстраты, сорбенты, фильтры и др.), механотермический (вся перечисленная продукция, а также брикеты, термобрикеты, кокс и полукокс, изоляционные строительные материалы, горшочки для рассады и др.), термохимический (гуминовые вещества, горный воск, активированные угли, реактивы, спирт, фурфурол, кислоты, красители и др.) и биохимический (кормовые дрожжи и сахар, меласса, ростовые вещества, биостимуляторы и др.). Для производства каждого из этих видов продукции существуют требования к качеству сырья.

Плотность сети опробования на месторождениях торфа определяется исходя из величин коэффициентов вариации его зольности и степени разложения [1]. Причем зольность торфа характеризуется большей изменчивостью, нежели степень его разложения [5]. Поэтому при определении плотности сети опробования должен учитываться только коэффициент вариации зольности торфа.

Пункты опробования размещаются равномерно по всей площади торфяных месторождений (участков) в промышленном их контуре. На каждом пункте с помощью торфяного бура послонно по 0,25 м отбираются пробы торфа массой не менее 400 г, минеральных наносов, прослоев и подстилающих грунтов, органо-минеральных отложений, а также попутных полезных ископаемых. Смешение в одной пробе различных отложений не допускается.

В каждой рядовой пробе определяются видовой ботанический состав, степень разложения, зольность и влажность торфа. По этим материалам (кроме влажности) выделяются категории торфяного сырья, для каждой из которых составляются сборные (групповые) пробы массой не менее 700 г из остатков рядовых проб. По ним выполняется комплекс специальных агрохимических, химических и теплотехнических анализов или их часть в зависимости от возможного направления использования данной категории сырья. В комплекс специальных анализов входит [1] определение химического состава золы (оксидов Ca, Fe, Al, P, Si), обменной и гидролитической кислотности, емкости поглощения, содержания общего азота и общей серы, теплоты сгорания и плавкости золы, элементного состава и содержания компонентов органической массы.

В 1994 г. [4] в перечень обязательных видов анализов по всем рядовым пробам были включены, кроме определения ботанического состава, степени разложения, зольности и влажности, исследования агрохимических свойств, микрокомпонентного состава, химического состава органической части торфа. На взгляд автора, эти анализы для рядовых проб торфа являются избыточными.

Для комплексной оценки качества торфа различных категорий сырья перечень специальных исследований был дополнен [4] другими видами анализов: степень насыщенности основаниями, химический состав золы (дополнительно Mg и K), сера общая и сульфатная, плотный остаток (засоленность торфов), насыпная плотность, спектральный анализ золы. Правда, и с учетом этих дополнений специальные анализы не позволяют произвести комплексную оценку качества торфяного сырья различных категорий, о чем свидетельствуют требования технических условий, отраслевых и государственных стандартов к качеству торфяного сырья для производства различных видов продукции [4].

Следует также отметить, что качество торфяного сырья в практике разведки месторождений определялось зачастую не на основе специальных исследований, а путем его отнесения к той или иной категории по результатам общетехнических анализов. Так, например, в процессе детальной разведки битуминозных торфов месторождения «Рыжиково» в Томской области не было выполнено ни одного определения битумов [6].

В связи с этим назрела необходимость пересмотра существующих подходов к изучению качества торфяного сырья с введением некоторых дополнительных показателей.

В полевых условиях отбор рядовых проб массой не менее 400 г должен производиться на всех пунктах опробования по слоям 0,25 м с одновременным визуальным определением зольности, степени разложения и типа торфа. Точки отбора проб необходимо располагать с таким расчетом, чтобы на каждом из поперечников (разрезов) были опробованы все категории торфяного сырья. Количество послонных проб для наиболее распространенных категорий сырья должно обеспечивать представительность сборных (групповых) проб и статистическую достоверность специальных анализов торфа. Поэтому их должно быть достаточно для составления по каждой из наиболее распространенных категорий торфяного сырья 25–30 сборных (групповых) проб из 25–30 послонных. Качество торфа второстепенных категорий сырья (в сумме до 20 % запасов) может быть оценено по единичным сборным (групповым) пробам.

Сборные (групповые) пробы должны составляться после выполнения общетехнических анализов (ботанический состав, зольность, степень разложения, влажность) послонных проб. Перечень специальных исследований качества торфа всех категорий сырья по сборным (групповым) пробам должен быть приведен в соответствие с требованиями стандартов и технических условий к различным видам торфяной продукции и существующим направлениям промышленного использования торфа.

Для определения возможности получения различных видов продукции из торфа в процессе его механической, механотермической, термохимиче-

ской и биохимической переработки необходимо отбирать из сырья наиболее распространенных категорий технологические пробы.

Возможность использования торфа для производства общераспространенной продукции должна быть подтверждена результатами лабораторно-технологических исследований. При термической, химической и биохимической переработке торфа изучение его технологических свойств должно проводиться на опытно-промышленных установках или в заводских условиях на действующих предприятиях соответствующего профиля.

Изученность качества и технологических свойств торфа должна обеспечить выбор рационального направления его использования и технологии переработки. При наличии различных по направлениям промышленного использования торфов решается вопрос о целесообразности раздельной их добычи, что обуславливает иногда необходимость оконтуривания сырья различных категорий не только по площади залежей, но и по их глубине.

При изучении качества торфяного сырья необходимо разрабатывать также специальные параметры кондиций, отражающие уровень техногенного загрязнения торфов.

Приповерхностные части торфяных залежей даже в экологически благоприятных регионах нередко в той или иной степени заражены радионуклидами и тяжелыми металлами [7, 8 и др.]. Наибольшую опасность при этом представляют искусственные радионуклиды (^{137}Cs , ^{90}Sr и др.). Поэтому на поверхности торфяных залежей по профилям (крестом или векторным способом) необходимо выполнить измерения общей радиоактивности торфов и гамма-спектрометрические определения искусственных радионуклидов.

Приповерхностные части торфяников и особенно краевые участки залежей иногда в результате аэрозольного переноса и площадного смыва с сельскохозяйственных угодий загрязнены различными ядохимикатами, пестицидами, гербицидами и другими экологически опасными компонентами. Поэтому такие торфа должны подвергаться специальным санитарно-гигиеническим и бактериологическим исследованиям.

Запасы техногенно загрязненных торфов с содержанием токсичных металлов, искусственных радионуклидов, ядохимикатов, патогенных микроорганизмов и других экологически опасных компонентов выше предельно допустимых концентраций необходимо оконтуривать и подсчитывать отдельно. Если такие месторождения вовлекаются в эксплуатацию, то слой техногенно загрязненных торфов должен удаляться с поверхности залежей.

Изучение попутных полезных ископаемых и компонентов

При проведении геологоразведочных работ на торф к попутным полезным ископаемым принято относить сапропели, болотные фосфаты и карбонаты [1, 4].

Сапропели — донные отложения пресноводных озер с зольностью не более 85 %, состоящие из остатков растительных и животных организмов и минеральных веществ терригенного, хемогенного и биохимического происхождения.

По условиям залегания на месторождениях торфа выделяются два типа сапропеля: локализованные в торфяных залежах и озерные.

Сапропели первого типа могут залегать на любых уровнях торфяных пластов в виде линз и прослоев различной мощности.

Внутрипластовые сапропели практического значения обычно не имеют из-за невозможности отдельной выемки запасов торфа и сапропеля. Такие участки торфяных месторождений должны оконтуриваться по среднепластовой зольности с определением возможных направлений применения этого комплексного сырья в зависимости от показателей его качества, используемых для оценки торфа.

Практическое значение могут иметь подторфяные и озерные сапропели, залежи которых оконтуриваются по минимальной промышленной мощности с оценкой качества сырья в соответствии со специальной инструкцией [9] для его использования в качестве удобрений, для получения кормовых добавок, приготовления лечебных грязей, клеящих добавок и буровых растворов, производства строительных материалов и т. д.

Попутные озерные сапропели на месторождениях торфа обычно не могут быть отработаны из-за особо сложных горнотехнических условий, связанных с гидрогеологическими, инженерно-геологическими и другими природными факторами.

Залежи попутных подторфяных сапропелей иногда эксплуатируются после выемки запасов торфа.

Болотные фосфаты и карбонаты отлагаются обычно в низинных торфяных залежах пойм и низких надпойменных террас.

Болотные фосфаты представляют собой природные смеси торфа и вивианита, подразделяемые на вивианитовые торфа (0,5...2,5 % P_2O_5), торфовивианиты (2,5...15 % P_2O_5) и чистые вивианиты (15...26 % P_2O_5). Минералы фосфора (вивианит, бераунит, пицит и др.) обычно образуют линзы по всей глубине торфяных залежей [4].

Болотные карбонаты (гажа) представляют собой осадки карбоната кальция, содержащегося в торфах в количестве от 10 до 90 %. Чаще всего они залегают под торфяными пластами, реже — в самих пластах в виде линз и прослоев [4].

Иногда на одних и тех же участках торфяных месторождений отлагаются как болотные фосфаты, так и карбонаты. Болотные фосфаты, карбонаты и их смеси могут применяться в качестве высокоэффективных удобрений.

Раздельная выемка запасов торфа, болотных фосфатов и карбонатов чаще всего не оправдана с экономической точки зрения. Поэтому участки развития болотных фосфатов и карбонатов в пре-

делах промышленного контура торфяных месторождений должны оконтуриваться в плане залежей торфа на всю их глубину с использованием среднепластовых бортовых содержаний P_2O_5 и CaO. Их величины могут быть определены графоаналитическим способом с использованием заданных значений [4] минимальных промышленных содержаний P_2O_5 (0,5 %) и CaO (10 %), а также рассчитанных среднепластовых их концентраций во всех пунктах опробования.

Для оценки качества болотных фосфатов и карбонатов определяют [4] их зольность, влажность, обменную и гидролитическую кислотность, химический состав золы (оксиды Fe, Ca, Mg, Si, Al, K, P), содержания азота общего, серы общей и сульфатной. Эти анализы должны быть дополнены изучением микроэлементного состава, радиогеохимических особенностей и санитарно-гигиенических показателей качества сырья.

Кроме сапропелей, болотных фосфатов и карбонатов, при технологическом обосновании условий должна быть оценена возможность использования в качестве попутных полезных ископаемых при отработке месторождений торфа растительного слоя, органо-минеральных отложений, металлоносных образований, болотных вод [10], а также минеральных отложений и болотного метана.

Растительный слой (очес) при подсчете запасов месторождений торфа не учитывается. В процессе их разработки экскаваторным, скреперным и некоторыми другими способами очес нередко перемешивается с торфом.

Иногда при подготовке месторождений к эксплуатации его удаляют за пределы разрабатываемых площадей фрезерным или бульдозерным способами. В таких отвалах накапливаются значительные объемы растительных остатков, так как мощность очесного слоя колеблется от 0,1 до 0,5 м, а на залежах верхового типа достигает иногда 1...2 м. Этот материал может использоваться в качестве подстилки, для производства органических и органо-минеральных удобрений, субстратных блоков и плит различного назначения, биогаза и т. д.

Следовательно, материал очесного слоя является специфическим видом полезного ископаемого, запасы которого следует подсчитывать, а возможность практического использования оценивать с учетом уровня техногенного загрязнения тяжелыми металлами, искусственными радионуклидами, ядохимикатами и другими экологически опасными компонентами.

Органо-минеральные и минеральные отложения обычно локализируются в виде прослоев и линз внутри торфяных залежей. Они наблюдаются также в их основании и изредка перекрывают пласты торфа с поверхности. Органо-минеральные отложения (ОМО) образуются в результате высокого терригенного и хемогенного зазольнения торфов. Среди них выделяются отложения двух категорий:

ОМО-1 с зольностью 51...70 % и ОМО-2 с зольностью 71...85 %. К минеральным отложениям относятся образования с зольностью более 85 % [1].

При наличии полезных компонентов (CaO , MgO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , биологически активных микроэлементов, органических веществ и др.) ОМО могут быть использованы для приготовления удобрений, лечебных грязей и в других приложениях. Их качество должно оцениваться по тем же показателям, как и качество болотных фосфатов и карбонатов.

Следует учитывать, что на ранее разведанных торфяных месторождениях к ОМО могли быть отнесены любые смеси органических и неорганических компонентов, включая сапропели, болотные фосфаты и карбонаты, так как из всех показателей качества в них зачастую определялась только зольность. Приводимые иногда в отчетах и справочниках результаты химических анализов «органоминеральных отложений», свидетельствуют о наличии в них повышенных концентраций P_2O_5 , CaO и других компонентов. Освоение таких месторождений потребует их доразведки с целью дополнительного изучения этих отложений.

Минеральные отложения при разработке месторождений торфа могут быть использованы для разных целей, в зависимости от их состава и свойств, в строительной промышленности.

Раздельная отработка запасов торфа, внутрипластовых и перекрывающих органоминеральных и минеральных отложений с экономической точки зрения всегда не рентабельна. В этом случае в плане торфяных залежей на всю их мощность целесообразно оконтурить участки по среднепластовой зольности 51, 71 и 85 % для подсчета запасов ОМО первой и второй категорий и минеральных отложений соответственно.

Только крупные подторфяные линзы и пласты органоминеральных и минеральных отложений могут быть при необходимости отработаны после выемки запасов торфа. Так, например, на Усть-Кандинском торфяном месторождении в Томской области под залежью торфа разведаны значительные запасы песчанно-гравийных смесей.

Металлоносные образования формируются в озерно-болотных условиях в основном инфильтрационным путем на участках разгрузки подземных и поверхностных вод. Повышенные концентрации элементов могут наблюдаться в любых озерно-болотных образованиях (торфах, озерных, внутрипластовых и подторфяных сапропелях, болотных фосфатах и карбонатах, минеральных наносах, прослоях и грунтах, ОМО, растительном слое и др.) в придонных частях залежей над тектоническими нарушениями, на участках разгрузки пластовых вод, в дельтовых частях разгружающихся в торфяные залежи постоянных и временных водотоков, в краевых зонах торфяных залежей за счет площадного смыва и т. д.

Кроме того, как уже отмечалось выше, накопление различных металлов происходит в приповерх-

ностных частях торфяных залежей за счет их техногенного загрязнения.

К сожалению, металлоносность торфов долгие годы систематически не изучалась, хотя в них были выявлены [10–13] промышленные концентрации различных металлов (U , Cu , V , Ge , Au и др.). Лишь в последнее время спектральный анализ был включен в число обязательных видов аналитических исследований при изучении качества торфяного сырья [4]. Из-за низкой чувствительности спектрального анализа и в связи со значительной потерей элементов в процессе озоления проб торфа [8] для изучения микроэлементного состава озерно-болотных образований необходимо использовать другие более точные прямые (без озоления проб) методы анализа: инструментальный нейтронно-активационный, химико-атомно-абсорбционный, флюоресцентный рентгенорадиометрический, гамма-спектрометрический и др.

В случае обнаружения в озерно-болотных отложениях промышленных концентраций каких-либо металлов в дальнейшем эти участки залежей должны изучаться как месторождения рудных полезных ископаемых.

В рядовом случае уровень природных и техногенных концентраций в озерно-болотных образованиях биологически активных вредных и полезных компонентов необходимо учитывать при анализе потребительских качеств сырья с целью выбора торфяных месторождений для освоения и обоснования систем и способов их отработки, а также при определении рациональных путей использования мелкозалежных и выработанных торфяников (лесоразведение, культурные луга и пастбища, пахотные земли, рыбохозяйственные водоемы, вторичное заболачивание и др.).

Болотные воды могут быть использованы для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, орошения, в лечебных целях и для извлечения ценных компонентов. Возможные направления использования болотных вод определяются на основе изучения их макро- и микроэлементного состава, органических веществ, растворенных газов, ядохимикатов, санитарно-бактериологических и других показателей. По результатам исследований определяется целесообразность подсчета запасов болотных вод или возможность их сброса при отработке месторождений в поверхностные водотоки, водоемы и впадины.

Болотный метан на месторождениях торфа в настоящее время не рассматривается в качестве попутного полезного ископаемого. Однако торфяные болота характеризуются высокой эмиссией метана [14–16]. Различные типы болот [14] продуцируют метан в количествах от 0,01 до 0,91 мгС/(м²·ч) (табл. 1). Суммарная эмиссия метана в болотных экосистемах Западной Сибири оценена [16] в количестве 3,2 Мт/год (табл. 2).

Благоприятные условия для накопления метана в торфяных залежах могут наблюдаться иногда только в древних погребенных и современных

торфяниках, перекрытых слоем минеральных наносов. В обоих случаях перекрывающие породы должны иметь низкую газопроницаемость.

Таблица 1. Эмиссия метана различными типами торфяных болот

Типы болот	Эмиссия метана, мгС/(м ² ·ч)
Олиготрофные	0,04...0,91
Мезотрофные	0,01...0,45
Эвтрофные	0,01...0,91

Таблица 2. Эмиссия метана в болотных экосистемах природных зон Западной Сибири

Природная зона	Период эмиссии, сут.	Эмиссия метана, Мт/год
Тундра	101	0,16
Лесотундра	118	0,05
Северная тайга	135	0,21
Средняя тайга	163	0,69
Южная тайга	169	1,58
Подтайга	183	0,33
Лесостепь	196	0,16
Степь	213	0,02
Всего	—	3,20

Выводы

1. Предложена методика составления сборных (групповых) проб торфа и перечень аналитиче-

ских исследований для определения по ним качества торфяного сырья.

2. Возможность использования торфа для производства общераспространенной продукции рекомендовано оценивать по результатам лабораторно-технологических исследований. Пригодность торфа для механической, термохимической и биохимической переработки должна быть подтверждена опытно-промышленными и заводскими технологическими исследованиями.
3. К попутным полезным ископаемым, наряду с сапропелями, болотными фосфатами и карбонатами, предложено относить растительный слой (очес), органо-минеральные и минеральные отложения, металлоносные образования, болотные воды и болотный метан. Определены возможные направления их использования в зависимости от показателей качества.
4. Запасы попутных сапропелей, болотных фосфатов и карбонатов, органо-минеральных и минеральных отложений и металлоносных образований рекомендовано оконтуривать в плане торфяных залежей по среднепластовым бортовым или минимальным промышленным значениям показателей качества. При наличии в залежах торфа пластов ценного сырья разных категорий, их запасы необходимо оконтуривать как по площади, так и по глубине залежей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по разведке торфяных месторождений СССР / под ред. Н.Т. Короля, В.Д. Маркова, А.В. Предтеченского и др. — М.: ПГО «Торфгеология», 1983. — 193 с.
2. Методические указания по производству детальных поисков торфяных месторождений / под ред. Н.Т. Короля, В.Д. Маркова, А.В. Предтеченского. — М.: ПГО «Торфгеология», 1984. — 46 с.
3. Дополнения и изменения к инструкции по разведке торфяных месторождений СССР / под ред. В.Д. Маркова. — М.: ПГО «Торфгеология», 1987. — 36 с.
4. Инструкция к проведению поисковых и поисково-оценочных работ на торф / В.Д. Марков, Л.С. Михантьева, В.Г. Матухина и др. Отв. ред. В.П. Данилов. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 1994. — 53 с.
5. Бернатонис В.К., Преис Ю.И., Бернатонис П.В. Определение плотности сети опробования на месторождениях торфа // Вестник Томского государственного университета. — 2010. — № 332. — С. 173–176.
6. Архипов В.С., Преис Ю.И., Бернатонис В.К., Маслов С.Г., Антропова Н.А. Битуминозные торфа Томской области. — Томск: STT, 2008. — 240 с.
7. Балабаева Л.М., Бернатонис В.К., Балабаев Д.Ю. Естественные радиоактивные элементы в торфах Томской области // Принципы и методы ландшафтно-геохимических исследований миграции радионуклидов. — М.: ЦНИИ ТЭИ, 1989. — С. 178.
8. Бернатонис В.К., Архипов В.С. Микроэлементный состав торфов // Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых Сибири: Матер. конф., посвящ. 70-летию со дня открытия кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых в Томском политехническом университете (институ-
9. те), 100-летию геологического образования в Сибири и 300-летию геологической службы России. — Томск: Изд-во ТПУ, 2000. — С. 212–219.
9. Инструкция по разведке озерных месторождений сапропеля РСФСР / под ред. Г.Н. Верхоярова, В.Д. Маркова, А.В. Предтеченского, Н.А. Стеклова. — М.: Торфгеология, 1988. — 96 с.
10. Кизельштейн Л.Я. Геохимические индикаторы условий древнего торфонакопления // Химия твердого топлива. — 1973. — № 4. — С. 42–49.
11. Костин Ю.П., Витовтова В.М., Шарова И.Г. Современное германиевое оруденение торфяников, образующихся в районе развития термальных вод // Геохимия осадочных и осадочно-метаморфических пород. — М.: Наука, 1978. — С. 195–200.
12. Юдович Я.Э. Геохимия ископаемых углей (неорганические компоненты). — Л.: Наука, 1978. — 262 с.
13. Fraser D.C. A syngenetic copper deposit of recent age // Economic Geology. — 1961. — V. 56. — № 5. — P. 951–962.
14. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / под ред. В.Б. Куваева. — Тула: Гриф и К°, 2001. — 584 с.
15. Глаголев М.В., Головацкая Е.А., Шнырев Н.А. Эмиссия парниковых газов на территории Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. — 2007. — № 2. — С. 197–210.
16. Глаголев М.В., Сирин А.А., Лапшина Е.Д., Филиппов И.В. Изучение потоков углеродсодержащих парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2010. — Вып. 3 (93). — С. 120–127.

Поступила 31.03.2011 г.