



А. Э. Томсон, Г. В. Наумова

# ТОРФ

## И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ



УДК [552.577+622.331](476)

**Томсон, А. Э.** Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. — Минск : Беларус. навука, 2009. — 328 с. — ISBN 978-985-08-1096-0.

Приведены результаты исследований и обобщенные литературные данные о распространении торфяно-болотных комплексов и торфяных ресурсов в различных регионах Земли и в том числе в Беларуси. Особое внимание уделено обобщению сведений о природе, физико-химических свойствах и химическом составе основных видов сфагнового торфа. Он менее изучен, но представляет большую ценность как сырье для химической переработки с получением экологически безопасных биологически активных препаратов для животноводства и птицеводства, консервантов кормов, сорбентов, геоматов и других материалов, необходимых современному народному хозяйству. Актуальность данной работы подтверждается наличием существенных ресурсов торфа в Беларуси, возможностью производства на его основе новых экологически безопасных продуктов и материалов, поиском нетрадиционных направлений его использования.

Предназначена для научных работников, занимающихся исследованием и использованием торфа, специалистов по химической переработке торфа и его физико-химической модификации, специалистов сельского хозяйства, биотехнологии. Будет полезна преподавателям и студентам высших учебных заведений экологического, химико-технологического, сельскохозяйственно-го и биологического профиля.

Табл. 100. Ил. 30. Библиогр.: 549 назв.

#### Р е ц е н з е н т ы:

академик, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор *А. Р. Цыганов*,  
доктор технических наук *А. П. Гаврильчик*

**ISBN 978-985-08-1096-0**

- © Томсон А. Э., Наумова Г. В., 2009
- © Институт природопользования  
НАН Беларуси, 2009
- © Оформление. РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука», 2009

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	6
<b>Глава 1. Торфяные месторождения и ресурсы</b>	
1.1. Торфяные месторождения и их распространение в различных регионах .....	9
1.2. Природоохранные функции торфяных болот и торфа.	13
1.3. Торфяные ресурсы Беларуси и других стран.....	17
Выводы.....	22
<b>Глава 2. Сфагновые мхи — растения-торфообразователи верховых болот</b>	
2.1. Биологическая природа.....	23
2.2. Химическая характеристика минеральной части.....	28
2.3. Химический состав органической части .....	35
Выводы.....	40
<b>Глава 3. Основные физические свойства сфагнового торфа</b>	
3.1. Водные свойства .....	42
3.2. Дисперсность и пористость .....	50
3.3. Насыпная плотность и фракционный состав .....	52
Выводы.....	54
<b>Глава 4. Физико-химическая характеристика и химический состав сфагнового торфа</b>	
4.1. Зольность, кислотность и химический состав минеральной части .....	56
4.2. Элементный и компонентный состав .....	64

4.3. Углеводный комплекс и его изменение при осушении торфяной залежи и хранении добытого торфа .....	70
Выводы.....	79
<b>Глава 5. Биологически активные вещества торфа и продуктов его переработки</b>	
5.1. Биологически активные вещества и их роль в жизни современного общества.....	81
5.2. Гуминовые вещества — специфическая группа биологически активных соединений торфа.....	83
5.3. Ферменты и ферментативная активность торфа .....	118
5.4. Минеральные биологически активные вещества торфа и их физиологические функции .....	124
5.5. Неспецифические биологически активные органические соединения торфа.....	129
Выводы.....	139
<b>Глава 6. Добыча и использование торфа</b>	
6.1. Использование торфа в далеком прошлом (историческая справка).....	141
6.2. Добыча и использование торфа в зарубежных странах	145
6.3. Торфяная промышленность Беларуси и основные направления использования торфа .....	148
Выводы.....	153
<b>Глава 7. Сорбционные материалы на основе торфа</b>	
7.1. Сорбционные материалы и проблемы защиты окружающей среды.....	155
7.2. Связь структурных параметров фрезерного торфа с нефтепоглощающей способностью.....	166
7.3. Научное обоснование и эффективность использования торфа для очистки жидких сред от загрязнения тяжелыми и цветными металлами .....	179
7.4. Способы получения сорбционных материалов на основе торфа (гранулирование прессованием, окатыванием, формованием) .....	183
7.5. Механизм сорбции иона меди гуминовыми кислотами торфа .....	190
7.6. Новые композиционные и сорбционные материалы на основе торфа, полученные из окускованной продукции ...	196
Выводы.....	218

**Глава 8. Новые наноструктурированные материалы на основе продуктов термической переработки металлсодержащих форм торфа**

8.1. Формирование наноструктурированных систем в продуктах термической деструкции торфа, модифицированного некоторыми <i>d</i> -элементами.....	219
8.2. Исследование фазового состава металлуглеродных материалов на основе Ni- и Cu-форм торфа.....	224
8.3. Влияние добавок металла на выход и состав продуктов термической деструкции, состав газа и строение коксового остатка.....	228
Выводы.....	234

**Глава 9. Новые продукты и материалы на основе химической деструкции торфа**

9.1. Регуляторы роста растений гуминовой природы.....	235
9.2. Препараты фунгицидного и бактерицидного действия на основе торфа для защиты растений от патогенов.....	247
9.3. Препараты гуминовой природы — биологически активные добавки к новым формам минеральных удобрений....	257
9.4. Биологически активные гуматсодержащие кормовые добавки на основе продуктов химической переработки торфа	264
9.5. Консерванты кормов на основе продуктов окисления торфа.....	278
Выводы.....	286
<b>Заключение</b> .....	288
<b>Литература</b> .....	290
<b>Сокращения и условные обозначения</b> .....	327

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие экономики нашей страны неразрывно связано с повышением эффективности использования ее природных богатств, что требует новых научных подходов, углубленных исследований этих ресурсов и современных технических решений, направленных на создание экологобезопасных технологий, продуктов и материалов, обеспечивающих внутренние потребности государства, импортозамещение и выход на международный рынок.

В последние годы наукой и практикой уделяется много внимания ископаемому органогенному сырью как источнику тепловой энергии. В этой связи ведется оценка запасов и исследования торфа, бурых углей, сланцев, лигнитов, каменных углей, что в первую очередь обусловлено истощением мировых запасов горючего газа и жидкого углеводородного топлива — нефти.

Одним из важных природных ресурсов нашей республики является торф, который широко используется на практике и может внести значительный вклад в обеспечение тепловой энергией и бытовым топливом, использоваться в качестве органических удобрений и мелиорантов в сельском хозяйстве.

Многолетней практикой и наукой установлено, что в топливных целях наиболее рационально использовать низинный торф средней и высокой степени разложения, который с энергетических позиций характеризуется сравнительно высокой теплотворной способностью, а для земледелия представляет наибольший интерес как источник гуминовых веществ и азотного питания растений.

Как известно, торф в природной среде накапливался на протяжении тысячелетий в условиях болот при повышенном увлажнении, недостаточном доступе воздуха при участии микрофлоры, а также под воздействием физических, химических и других факторов. Проведенными ранее исследованиями установлено, что основные биогенные процессы, связанные с превращением отмерших болотных растений в торфяную залежь, происходят в ее верхних горизонтах, так называемом торфогенном слое, где обеспечивается наибольший приток кислорода воздуха, способствующий интенсивному размножению аэробной микрофлоры. При дальнейшем уходе торфа с поверхности болот в более глубокие слои залежи микробиологические процессы затормаживаются, и изменения в них менее выражены.

Природой создано большое разнообразие торфяных отложений, отличающихся по свойствам и химическому составу. Это различие связано с условиями формирования месторождений торфа, их минеральным питанием, а также с видами болотной растительности, являющейся материнским веществом торфяных отложений. Это обуславливает различные направления использования отдельных категорий торфа в народном хозяйстве.

В этом аспекте отдельное место среди других торфяных отложений занимает верховой торф, а также такая его разновидность, как сфагновый торф. Он имеет сравнительно малую степень разложения, низкую теплотворную способность, характеризуется невысоким содержанием гуминовых веществ, что свидетельствует об отсутствии перспективы его эффективного использования в таких традиционных направлениях, как источник тепловой энергии и пополнения почв гумусом. Однако такой торф является ценным сырьем для химической переработки с получением углеводных и белковых кормовых добавок, стимуляторов роста, средств защиты растений, сорбентов для сбора нефти, консервантов и других продуктов, а верховой торф средней и высокой степени разложения — первоклассным сырьем для получения активированных углей и сорбентов тяжелых металлов, сырого торфяного воска и других материалов.

В этой связи авторам данной монографии представляется целесообразным дать оценку запасам торфа в республике, в том числе малоразложившегося сфагнового и высокоразложившегося битуминозного, на основных сырьевых базах; выполнить

углубленные исследования и обобщить имеющиеся в литературе научные сведения об их физических, физико-химических свойствах, химическом составе; раскрыть возможности этого природного сырья для получения новых продуктов и материалов, используемых в охране окружающей среды, способствующих улучшению экологической ситуации в земледелии и животноводстве, повышению продуктивности растениеводства, а также в других сферах деятельности современного общества.

Содержащиеся в данной монографии результаты исследований были получены как самими ее авторами, так и работающими под их научным руководством сотрудниками лаборатории экотехнологий ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»: кандидатами технических наук Н. А. Жмаковой, Н. А. Макаровой, Т. Ф. Овчинниковой, Т. В. Соколовой; кандидатами физико-математических наук Ю. Ю. Навошей, В. П. Стригуцким; научными сотрудниками Н. Е. Сосновской, В. С. Пехтеревой. Авторы выражают им глубокую благодарность и искреннюю признательность за предоставление материалов и помощь, оказанную при проведении исследований и подготовке данной книги к изданию.

## **ТОРФЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РЕСУРСЫ**

### **1.1. Торфяные месторождения и их распространение в различных регионах**

Торф является медленно возобновляемым природным ресурсом растительного и биологического происхождения, широко распространен на нашей планете в составе торфяно-болотных комплексов. Согласно современным представлениям, торф относят к самым молодым горючим ископаемым, открывающим генетическую ветвь твердых топлив: торф — бурые угли — каменные угли — антрацит. Он образуется в результате отмирания влаголюбивой растительности болот в обводненной среде при недостаточном доступе кислорода воздуха и активном участии микрофлоры. Как известно, биохимические процессы, приводящие к торфообразованию, интенсивно протекают в основном в верхнем (торфогенном) слое залежи, где происходят наиболее существенные превращения растительной биомассы в органомную породу — торф.

Сведения, содержащиеся в литературе, свидетельствуют, что торфяные месторождения занимают значительные пространства на нашей планете. По данным финских ученых, площадь торфяных месторождений стран мира составляет более 400 млн га, а по более поздним, уточненным данным, приведенным Н. И. Косовым, — 500 млн га [14, 34]. При этом самые большие площади торфяных месторождений сосредоточены в России — более 240 млн га и в Канаде — 170 млн га. Значительные территории занимают торфяные месторождения в США — около 40 млн га, из них 30 млн га — на Аляске. Большие площади заняты под торфяниками в Индонезии (26 млн га), Финляндии (10 млн га), Швеции (7 млн га), а в таких странах, как Китай, Норвегия, Малайзия этот показатель снижается соот-

ответственно с 3,5 до 3,0 и 2,4 млн га. В пределах 1 млн га составляют заболоченные площади в Исландии, несколько больше — в Ирландии (1,2 млн га), Польше (1,35 млн га), Германии (1,66 млн га) и Великобритании (1,68 млн га). На Кубе торфяные месторождения расположены на площади 0,5 млн га, еще меньше их площадь в Японии — 0,2 млн га. В таких европейских странах, как Дания, Италия, Венгрия, Югославия, Франция торфяные площади составляют не более 0,1 млн га, а в Болгарии — всего 0,001 млн га.

С научных позиций торфяные месторождения и торф оказались более ранним объектом исследования ботаников, геоботаников и болотоведов, в то время как оценка торфяных ресурсов, изучение химического состава, физико-химических и других свойств торфа и торфяных залежей связаны с техническим прогрессом, промышленной разработкой торфяных месторождений и получением на основе торфа не только топлива, но и другой продукции, необходимой развивающемуся мировому сообществу.

Необходимо отметить, что именно ученые-болотоведы во второй половине XX в. внесли огромный вклад в изучение торфяных месторождений как нашей страны, так и других регионов. основополагающие всесторонние сведения о торфо-накоплении и его продуктивности в условиях болотной среды в зависимости от различных природных факторов приведены в работах Н. И. Пьявченко, А. В. Пичугина, С. Н. Тюремнова, И. Ф. Ларгина и др. [12, 13, 20, 21, 23, 24, 31, 32].

Изучение торфяных месторождений Беларуси начато в 70-х годах XIX в., однако эти исследования в основном носили геоботанический и ботанико-географический характер. В изучение болот Беларуси во второй половине XX в. существенный вклад внесли А. П. Пидопличко, М. А. Конойко, Н. Н. Бамбалов, А. Г. Дубовец, С. Г. Беленький, В. А. Ракович [2—5, 11, 21, 22]. Установлено, что в Беларуси имеется 9192 торфяных месторождения (общей площадью 2396 тыс. га), которые распределены по ее территории неравномерно. Наиболее заболоченная местность в Беларуси — Полесская низменность, особенно ее центральная часть — Припятское Полесье. Так, в Брестской области заболоченные территории составляют 63,9 %, в то время, как в Гродненской области заболоченность

самая низкая — 6,6 %. В настоящее время 963 тыс. га торфяников осушено под сельхозугодья, 312 тыс. га — используется в естественном состоянии в качестве заказников и заповедников, 109 тыс. га отведено для добычи торфа, а 31,1 тыс. га — занимают резерваты наиболее ценных видов торфяного сырья [7].

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что торфяные месторождения встречаются на всех континентах Земли, охватывая большинство стран мира, расположенных в различных климатических зонах. Известно, что погребенные залежи торфа обнаружены даже в Гренландии и на островах Антарктиды.

Однако наибольшее количество торфяных месторождений сосредоточено в Северном полушарии, в зонах с умеренным климатом, где сложились наиболее благоприятные условия для интенсивного торфообразования и торфонакопления: преобладание осадков над испарением, соотношение тепла и влаги, формы рельефа и др. [16].

Характерно, что в Северном полушарии — зоне максимальной концентрации торфяных месторождений — находится более 80 % всех мировых ресурсов торфа. При этом самыми крупными и наиболее мощными по запасам являются месторождения верхового типа, а заторфованность территории в местах их размещения достигает максимальных величин. Так, в Западной Сибири заторфованность территории достигает 50 % (в основном за счет месторождений верхового торфа), в Финляндии — более 30, в Беларуси — 14 %. Охватывая Западную Сибирь, месторождения верхового торфа простираются в Европейской части континента до побережья Атлантического океана, преобладая над другими типами торфяных отложений в странах Балтийского региона, Скандинавии и Западной Европы.

Известно, что область верховых торфяных месторождений олиготрофного типа характеризуется, как правило, определенной выпуклостью поверхности, однако в приокеанических районах они имеют более плоский рельеф, а в полуокеанических — преимущественно куполообразную форму. Односторонне наклоненные месторождения приурочены к приокеаническим горным районам Японии, Норвегии и Финляндии. Особенно сильно выпуклые олиготрофные торфяники (неболь-

шие по площади) отмечены болотоведами в горных районах Австрии, Германии и Швейцарии [12].

В предыдущие годы болотоведами в Беларуси было выделено пять торфяно-болотных областей [21].

Первая группа — это область верховых болот, залегающих в Поозерье (северная часть республики). Торфяники здесь занимают более 10 % территории области, а средняя глубина торфяной залежи равняется 2 м. Верховой торф в данном регионе составляет более 38 % в структуре общих геологических запасов. Здесь расположены наиболее крупные месторождения верхового типа. Так, запасы верхового торфа только на самом северном месторождении Ельня достигают более 100 млн т.

Вторая область торфонакопления находится на западе республики. Она заторфована на 7,7 %. Верховые залежи здесь распространены в минимальном количестве в сравнении с другими торфоболотными областями.

Третья область торфонакопления расположена в центральной части Беларуси. Для нее характерно наличие сравнительно крупных месторождений верхового типа (Туршовка, Славное, Эсмановский мох и др.). Общая площадь торфяных площадей в этой области составляет более 15 % ее территории, среди них 23,5 % — месторождения верхового типа.

Четвертая область расположена на востоке страны и представлена в основном мелкими месторождениями. Торфяные площади здесь занимают 5,5 % от общей площади земли, а среди них отложения верхового типа составляют около 11 % территории.

Пятая группа торфонакопления расположена на юге республики и представлена болотами Полесья. В этой торфоболотной области находятся преимущественно низинные залежи торфа. Они занимают более 86 % торфяных площадей, а торфяные месторождения верхового типа малочисленные, мелкозалежные и не представляют интереса для промышленной добычи и переработки.

Из приведенных литературных данных видно, что месторождения верхового типа в нашей республике представлены в первую очередь крупными торфяными массивами в ее северной части (1-я торфяно-болотная область). Торфяные месторождения верхового типа залегают также в центральной и южной

частях республики. Однако в северо-западном регионе сконцентрированы преимущественно месторождения верхового типа, сложенные малоразложившимся сфагновым торфом, а на верховых месторождениях южной части Беларуси залегает торф с более высокой степенью разложения.

Исследования Т. И. Кухарчик в последние годы посвящены изучению болот верхового типа. С генетических позиций она выделила среди них три группы [15].

Первой группой являются месторождения юливиального происхождения, представленные по всему профилю только верховыми видами торфа (северная часть Беларуси). Они, как правило, имеют мощную залежь с выпуклой поверхностью, сложенную преимущественно сфагновым торфом. Другие (две) разновидности торфяных болот развивались, проходя следующие стадии: низинное болото — переходное — верховое или же переходно-верховое.

Залежь верхового торфа имеет, как правило, такое стратиграфическое строение, когда под покровом болотных растений (сфагновых мхов, пушицы и др.) залегает малоразложившийся слой сфагнового торфа, а с увеличением ее глубины степень разложения торфа возрастает и может достигать 45—55 %, что характерно для пушицево-сфагнового, сосново-пушицевого, пушицевого и других видов высокоразложившегося верхового торфа.

Учитывая, что верховой торф является уникальным сырьем для получения целого ряда ценных продуктов и материалов, а в зависимости от видовой принадлежности и уровня гумификации имеет совершенно различные физико-химические свойства и химический состав, всесторонняя оценка ресурсов и обобщение имеющегося опыта по его использованию и переработке представляется важной задачей.

## **1.2. Природоохранные функции торфяных болот и торфа**

Торфяное болото является сложной природной развивающейся и саморегулирующейся экосистемой, в которой органическое вещество остатков болотной растительности способно аккумулироваться, не подвергаясь полному распаду, и образовывать отложение торфа. По мнению В. Д. Лопатина [19], свойства

саморегулирующейся экосистемы торфяное болото приобретает в процессе своего развития на стадии зрелости, которая наступает в период безраздельного господства на его поверхности специфической болотной растительности — белых (сфагновых) мхов.

Гидрологические особенности отдельных территорий, способствующие их переувлажнению, приводят к первоначальному заболачиванию и последующему формированию торфяной залежи, которая, постепенно нарастая, меняет рельеф, уклон поверхности, уровень грунтовых вод, их сток. Исследования К. Е. Иванова показали, что подтопляющее действие торфяных болот на окружающие ландшафты, распространяется на расстояния, превышающие в десятки раз диаметр самого болотного массива [10].

Особую водоудерживающую роль выполняют верховые торфяные месторождения. Так, в 1 м<sup>3</sup> сфагнового торфа естественного залегания концентрируется до 1 тыс. л воды. Например, общие запасы воды в болотах Западной Сибири достигают 1 тыс. км<sup>3</sup>, что существенно превышает объем годового стока рек, протекающих на ее территории [25].

Таким образом, торфяные болота олиготрофного типа являются мощным аккумулятором и хранилищем чистой пресной воды. Они активно влияют на гидрологический режим прилегающих территорий: в засушливые годы частично сбрасывают свои запасы воды в водоприемники, а затем восстанавливают эти запасы в многоводные по метеоусловиям годы; поддерживают на должном уровне стояние грунтовых вод и повышают влагообеспеченность прилегающих полей, лесов и пастбищ.

Осушение болот без учета их функций в природе приводит к изменению микроклимата на прилегающих территориях. Наибольший ущерб при этом наносится в случаях, когда торфяные месторождения расположены на водоразделах в поймах рек или озер. Известно, что неосушенная торфяная залежь хорошо проводит тепло и способна его аккумулировать, а затем отдавать в окружающую среду, увлажняя воздух. Это предотвращает перегрев или переохлаждение воздуха в зависимости от поры года, исключая засухи и смягчая микроклимат. Характерно, что осушение таких больших болотных комплексов,

как Белорусское Полесье, привело к изменению не только микроклимата этого региона, но и климата в целом [5, 17, 18].

Велика биогеохимическая роль торфяных болот как компонентов ландшафта. На сфагновом слабооблесенном болоте Западной Сибири, согласно литературным данным, годовая биологическая продуктивность биомассы сфагновых мхов составляет до 21 тыс. т га [14]. На поверхность растительного покрова болот с воздушными массами и атмосферными осадками поступают твердые частицы пыли, включающие бактериальную и грибную флору, органические загрязнители, тяжелые металлы и другие макро- и микроэлементы, которые адсорбируются сфагновыми мхами, а затем прочно связываются в органо-минеральные комплексы или разрушаются. Следовательно, торфяно-болотные комплексы с биохимических позиций можно оценивать как природные фильтры, которые создают барьер и очищают поверхностные и подземные воды, разрушая органические и биологические загрязнители в процессе жизнедеятельности болотной флоры.

Необходимо особо отметить роль естественных болот в формировании газового состава атмосферы. Болотная растительность поглощает диоксид углерода — один из основных компонентов парниковых газов в атмосфере — и под действием солнечного света превращает его в органическое вещество растений, которые после их отмирания трансформируются в торф. Таким образом, болота способны выводить углекислый газ из состава атмосферы и не возвращать его обратно. Взамен выведенного углекислого газа растения выделяют в атмосферу эквивалентное количество кислорода. Характерно, что в отличие от болот на лугах и в зрелых лесах устанавливается равновесие между выведением углекислого газа и кислорода из атмосферы и их возвратом.

В Беларуси 1 га естественного болота ежегодно выводит из атмосферы 550—1800 кг углекислого газа и выделяет в атмосферу 260—700 кг кислорода, что примерно в 7—15 раз больше, чем 1 га леса или луга. Это означает, что белорусские девственные болота оказывают такое же благоприятное влияние на атмосферу, как 20 млн га лесов, а осушение 1 га болота равносильно вырубке 7—15 га леса [6]. Рассматривая влияние болот на газовый состав атмосферы, ученые приводят данные,

свидетельствующие о том, что в земную атмосферу с поверхности болот ежегодно поступает до 167 тыс. т кислорода [8].

В последние годы выявлено, что весьма важна роль белорусских болот для европейских и общепланетарных биосферных процессов. В Беларуси, в центре Европы, в естественном состоянии сохранились крупные болота олиготрофного типа и сильно заболоченные обводненные поймы рек, большинство из которых расположены на путях миграции водноболотных птиц из Европы и Африки на север России и обратно. Девственные белорусские болота дают пищу и отдых мигрирующим птицам, часть из которых остается здесь на гнездование. Только на болотах Белорусского Полесья гнездится 15 % европейской популяции черного аиста, 9 % белого аиста, 45 % малого подорлика, 46 % погоныша, 59 % коростыля, 57 % вертячковой камышовки и др. [6, 8].

Роль болот в биосфере и современная классификация их функций, как в природе, так и современном обществе, представлена Н. Н. Бамбаловым и В. А. Раковичем в монографии «Роль болот в биосфере» [7]. Показано, что в природе торфяно-болотные комплексы не только осуществляют разнообразные биосферные функции, основными из которых, как упоминалось, являются биологическая, геохимическая, гидрологическая, газорегуляторная, ландшафтная, климатическая и другие, но и играют существенную роль в жизни человека, выполняя ресурсно-сырьевую, культурно-рекреационную и информационно-историческую функции. По масштабам проявления природных функций болот выделены пять уровней: космический, планетарный, региональный, местный и объектный.

Учитывая важность функций болот в природной среде и в жизни общества, требуется взвешенный и осторожный подход к освоению и разработке неразведанных торфяных месторождений на современном этапе, а также более глубокое изучение каждого из факторов, влияющих на экологическую безопасность, имея в виду их историческую, учебно-познавательную и рекреационную ценность.

В конце прошлого столетия учеными были предложены критерии отбора болотных массивов для создания охраняемых территорий. Большой вклад в эту работу внесли И. Г. Тановицкий, Г. С. Антонова, С. В. Мельникова и В. В. Янушев-

ский [1, 26—28, 33]. Данные критерии объединены ими в несколько групп и всесторонне учитывают значимость торфяного месторождения в природной среде и обществе. В первую очередь они принимают во внимание такие экологические факторы, как водоохранное и ресурсоохранное значение торфоболотной системы, а также эстетическую, оздоровительную и научную важность охраняемого объекта. К охраняемым территориям отнесены месторождения с редкими видами флоры и фауны с местами произрастания лекарственных растений и обитания животных, занесенных в Красную книгу, а также торфяные залежи, уникальные по стратиграфии и содержащие запасы наиболее ценного торфяного сырья (в первую очередь верхового торфа, необходимого для резервации и последующего рационального использования).

Таким образом, основными принципами отбора торфяно-болотных систем для охраны и резервации являются их природо- и ресурсоохранная, рекреационная, научная, историческая и общекультурная ценности. Они приводятся в методических указаниях по выявлению торфяных месторождений в качестве природоохранных объектов [1], а их применение на практике будет способствовать устойчивому равновесию в природной среде и сохранности уникальных торфяных месторождений для наших потомков.

### **1.3. Торфяные ресурсы Беларуси и других стран**

Мировые запасы торфа, по данным геологических разведок последней четверти XX в., оцениваются в 500 млрд т (условной 40 %-ной влажности) [30]. Крупнейшими запасами торфа располагает Россия — 235 млрд т, т. е. почти 50 % его мировых запасов расположено на ее территории. Вторым крупным обладателем торфяных ресурсов является Индонезия с запасами в 78,5 млрд т. Примерно одинаковыми ресурсами торфа располагают США (36 млрд т), Финляндия и Канада (по 35 млрд т каждая) и несколько меньшими — КНР (27 млрд т). Запасы торфа в Швеции составляют 11,2 млрд т, Германии — 7,3, Ирландии — 5,8, Великобритании — 5,7, Беларуси — 4,1 млрд т [14].

До начала промышленного освоения разведанные запасы торфа Беларуси составляли около 6 млрд т. С тех пор его запа-

сы уменьшились примерно на 1,3 млрд т [9], а ресурсы в настоящее время распределены по целевым фондам в соответствии с разработанной «Схемой рационального использования и охраны торфяных ресурсов в Республике Беларусь на период до 2010 года», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь. Как видно из приведенных в таблице 1.1 данных, в зависимости от направления использования торфяные месторождения сгруппированы в следующие целевые фонды: природоохранный, запасной, земельный, разрабатываемый, нераспределенный остаток и выработанный. Однако с учетом изменившейся экологической и экономической ситуации в республике указанное распределение торфяного фонда в ближайшие годы может измениться. Так, в последние годы, учитывая значительное истощение мировых запасов углеродородного сырья, торф в нашей стране рассматривается как местное энергетическое сырье, добыча которого для указанных целей будет значительно возрастать. В сложившейся ситуации требуются взвешенные подходы к рациональному использованию наиболее ценных категорий торфа, которым располагает республика. В первую очередь это касается верхового сфагнового торфа, который не привлекателен как источник тепловой энергии из-за низкой теплотворной способности, однако обладает уникальными свойствами и химическим составом, а также битуминозного торфа верхового типа высокой степени разложения. Именно они могут служить основой для производства сорбентов, бактерицидных материалов, биологически актив-

**Таблица 1.1. Распределение запасов торфа в Республике Беларусь по целевым фондам [3]**

Целевой фонд	Площадь		Запасы	
	тыс. га	%	млн т	%
Природоохранный	312,6	13,0	771,0	18,8
Запасной	32,1	1,3	103,4	2,5
Земельный	963,1	40,2	137,0	33,5
Разрабатываемый	109,0	4,5	223,0	5,4
Нераспределенный остаток	771,4	32,3	1478,9	36,2
Выработанный	209,5	8,7	145,8	3,6
<i>Всего</i>	2396,7	—	4097,0	—

ных кормовых добавок, консервантов кормов и других препаратов специального назначения.

Как известно, в конце XX в. в Беларуси были выполнены работы по оценке запасов сфагнового торфа малой степени разложения и битуминозного торфа на крупных неосвоенных торфяных месторождениях Беларуси [2].

Сведения о промышленных запасах сфагнового торфа со степенью разложения до 22 % в отдельных административных областях, согласно кадастровым данным [29], представлены в таблице 1.2, из которой видно, что промышленные запасы сфагнового торфа со степенью разложения до 22 % размещаются на 94 месторождениях, охватывая 38 административных районов, и составляют более 200 млн т в пересчете на условную 40 %-ную влажность. Наиболее богата таким торфом Витебская область (более 144 млн т), который залегают на 50 месторождениях ее 18 административных районов. На порядок ниже запасы сфагнового торфа в Гомельской и Минской областях, а также незначительны они в Могилевской области (около 23 млн т). Минимальными резервами торфа обладают такие области, как Гродненская (654 тыс. т) и Брестская (758 тыс. т).

**Таблица 1.2. Промышленные запасы сфагнового торфа в отдельных административных областях Беларуси**

Область	Количество, шт.		Запасы сфагнового торфа (R до 20 %), тыс. т
	торфяных месторождений	административных районов	
Брестская	1	1	758,0
Витебская	50	18	144 453,0
Гомельская	6	4	17 655,3
Гродненская	1	1	654,3
Минская	20	6	15 020,6
Могилевская	16	8	22 818,2
<i>Всего</i>	94	38	201 359,4

Для наглядности распределение промышленных запасов сфагнового торфа по каждой из областей в процентах к его общереспубликанским ресурсам показано на рисунке 1.1. Более 70 % сфагнового торфа залегают в Витебской области, что является закономерным, учитывая, что на ее территории высо-



Рис. 1.1. Распределение промышленных запасов сфагнового торфа по областям республики

ко выпадение атмосферных осадков, также как и в прибалтийских странах, где торфяные месторождения тоже представлены в основном отложениями верхового торфа сфагновой группы. Что касается Гродненской и Брестской областей, то их суммарные запасы сфагнового торфа составляют менее 1 % от общереспубликанских.

Анализ материалов кадастрового справочника показывает, что по промышленным

запасам месторождения сфагнового торфа сильно отличаются между собой: более чем на 20 из них его запасы колеблются от 20 до 100 тыс. т, на 30 — от 100 тыс. до 1 млн т, на 25 — от 1 до 10 млн т. За этими пределами по запасам находится самое крупное торфяное месторождение Ельня, на котором сосредоточено 89,592 млн т малоразложившегося сфагнового торфа.

Важно подчеркнуть, что самые крупные месторождения сфагнового торфа, учитывая уникальность его химического состава и физико-химических свойств, по предложению Института торфа АН БССР (носил это название до 1990 г., с 1990 по 2008 г. — Институт проблем использования природных ресурсов и экологии АН Беларуси (с 1998 г. — НАН Беларуси), с 2009 г. по настоящее время — ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси») объединены в сырьевые базы для его промышленной химической переработки (как гидролизное сырье) [2]. К выделенным сырьевым базам относятся: Обольская — 10 торфяных месторождений с промышленными запасами 8,3 млн т; Междуреченская — 9 месторождений с запасами 12,4 млн т; Мядельская — 3 торфяных месторождения с запасами 4,3 млн т; Ельнянская — 11 торфяных месторождений с запасами 29,4 млн т; Рассонская — 4 торфяных месторождения с запасами 3,1 млн т торфа в пересчете на условную влажность.

Необходимо отметить, что кроме выделенных сырьевых баз сфагнового торфа на территории нашей страны имеются также его резерваты, утвержденные решением Правительства Республики Беларусь, к которым относятся 4 крупных торфяных месторождения [2]. Сведения о резерватах сфагнового торфа малой степени разложения приведены в таблице 1.3.

*Таблица 1.3. Характеристика резерватов сфагнового торфа низкой степени разложения [2]*

Месторождение	Площадь резервата, га	Средняя глубина залегания торфа, м	Промышленные запасы, тыс. м <sup>3</sup>	Степень разложения торфа, %
Славное	4144	1,1	26 200	13,3
Есмоновский мох	3793	1,2	24 000	12,0
Долбенишки	4263	1,0	20 000	15,0
Сервич	5048	1,2	18 000	15,0
<i>Всего</i>	17 248	1,0—1,2	88 200	—

\* Запасы сфагнового торфа 40 %-ной влажности составляют 10,6 млн т.

Характерно, что все зарезервированные торфяные месторождения находятся на территории Витебской области, а их суммарные запасы составляют 10,6 млн т. Средняя глубина залежи малоразложившегося торфа на этих месторождениях колеблется от 1 до 1,2 м, а его степень разложения — от 12 до 15 %. При этом степень разложения торфа в залежи возрастает от дневной поверхности к более глубоким слоям.

Промышленные запасы битуминозного сырья, которые представлены пушицевым, пушицево-сфагновым, сосново-пушицевым и другими видами верхового торфа высокой степени разложения, выявлены на 39 торфяных месторождениях. Наиболее перспективные из них объединены в крупные базы битуминозного сырья: Червенскую, Кличевскую, Бобруйскую, Стародорожскую и Полесскую, а также три комплексные базы битуминозного и гидролизного сырья — Междуреченскую, Обольскую и Мядельскую [2].

Для сохранения запасов битуминозного торфа на месторождениях Беларуси созданы резерваты битуминозного сырья. Характеристика баз битуминозного сырья [2] свидетельствует о том, что резерваты битуминозного торфа включают 39 месторождений с запасами от 2 до 8 тыс. т торфа в пересчете на

условную (40 %-ную) влажность. Это свидетельствует о том, что наша республика располагает существенными запасами битуминозного торфа, который сконцентрирован на крупных сырьевых базах, позволяющих организовать на его основе комплексную переработку торфяного сырья с получением битумов (восков) и сопутствующих продуктов — торфощелочных реагентов, активированных углей, антикоррозионных и антиадгезионных составов, а также других материалов.

## **Выводы**

Торфяные месторождения занимают значительные пространства на нашей планете. Однако большая их часть сосредоточена в Северном полушарии, где существовали наиболее благоприятные факторы для торфообразования и торфонакопления.

Заторфованность территории нашей республики до начала интенсивной промышленной разработки торфяных месторождений достигала 14 %. В настоящее время в большей мере сохранились месторождения верхового типа, сосредоточенные в северной части Беларуси, представленные в значительной мере сфагновым торфом, который является ценным сырьем для химической переработки.

На крупных торфяных месторождениях верхового типа, расположенных на территории Беларуси, сосредоточены основные промышленные запасы сфагнового торфа, отличающиеся высоким содержанием углеводов и биологически активных веществ, а также битуминозного торфа, которые условно объединены в крупные сырьевые базы. На отдельных из них залегают мало-разложившийся торф, на других — битуминозный торф, а третьи представлены как одним, так и другим видом этого сырья, что свидетельствует о возможности промышленной добычи и переработки верхового торфа с получением широкой гаммы новых химических продуктов. Наряду с этим торфяной фонд республики располагает малыми и средними месторождениями гидролизного сырья и битуминозного торфа, которые не входят в указанные объекты, а их разработка и эксплуатация не ограничены законодательными актами. Эти месторождения могут также служить источником торфяного сырья для химической переработки на малотоннажных производствах.

## **СФАГНОВЫЕ МХИ — РАСТЕНИЯ-ТОРФООБРАЗОВАТЕЛИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ**

### **2.1. Биологическая природа**

Торфяные сфагновые болота в естественном состоянии преимущественно покрыты «живым» ковром из сфагновых мхов и в меньшей мере другой болотной растительностью. Сфагновые мхи — древнейшие обитатели нашей планеты — получили свое название от греческого слова «сфагнос» (в переводе — губка) из-за способности сильно поглощать воду [3, 7, 51].

Сфагновые мхи верховых болот относятся к категории растений-торфообразователей, способных после отмирания образовывать мощные залежи сфагнового торфа, имеющего по физическим свойствам и химическому составу много общего с этим уникальным видом болотной флоры. Поэтому сведения о сфагновых мхах — генетических предшественниках одноименного торфа — представляются весьма важными в научном аспекте.

Характерно, что в настоящее время сфагновые мхи и торф интересуют исследователей как сырьевой ресурс, на базе которого можно получать лекарственные препараты [34, 36, 54], кормовые добавки [23, 35], средства защиты растений, экологически чистые субстраты для микробного синтеза [23, 44], натуральные влагоудерживающие упаковочные материалы для перевозки и хранения овощей и фруктов [45], а также производить фильтры для поглощения жидких и газообразных веществ, загрязняющих окружающую среду [4]. В последние годы сфагновыми мхами интересуются болотоводы, предлагая способы их выращивания на выработанных торфяных месторождениях [2, 64, 65]. Это свидетельствует о том, что сфагновые мхи, выполняя определенные функции в природной среде, являются экологически чистым сырьевым ресурсом, который