

ПРИЧИНЫ И ПРОГНОЗ ВСПЛЫВАНИЯ ТОРФА В БОГУЧАНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

© 2010 г. Л.В. Карпенко

*Институт леса им. В.Н.Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, г.
Красноярск*

Ключевые слова: водохранилище, болото, торфяная залежь, всплывание торфа, экологические последствия.

Анализируются экологические последствия всплывания торфа при затоплении болот в долине р. Ангара при создании крупного водохранилища Богучанской ГЭС. Детально рассмотрены причины всплывания торфа, дается прогноз площадей, объемов и сроков всплывания торфяных залежей в акватории водохранилища.

При создании водохранилищ большое научное и практическое значение имеет прогнозирование последствий их воздействия на природу региона [1–3].

Целью данной статьи является анализ последствий затопления болот и прогноз всплывания торфа при создании водохранилища Богучанской ГЭС на р. Ангара (Красноярский край). Экологическая опасность этого явления заключается в возникновении различных по площади торфяных сплавин и их дрейфу по водохранилищу, что может нарушить нормальную работу ГЭС и создать помехи для судоходства.

В настоящее время накоплен большой научный и практический материал по изучению всплывания торфа в водохранилищах Европейской части России. Достаточно полно вскрыта физическая сущность этого процесса, выявлены основные факторы всплывания торфяных залежей [2–6 и др.] Установлено, что основной причиной этого явления является образование газов в затопленной торфяной залежи, в первую очередь метана [5–7].

Другими причинами всплывания торфов являются: батиметрическое положение затопленной залежи, промерзание или смерзание ее со льдом во время зимней сработки. Важную роль при всплывании торфяных залежей играют также ботанический состав, степень разложения, зольность и влажность торфа [4, 5].

Объекты и методы исследований

Богучанская ГЭС является крупнейшим объектом гидротехнического строительства в России и создается в нижнем течении р. Ангара у Кодинской заимки примерно в 500 км от ее устья (рис. 1). В результате создания плотины Богучанской ГЭС на р. Ангара образуется Богучанское водохранилище, которое станет четвертым в каскаде Ангарских водохранилищ (рис. 2). По размерам Богучанское водохранилище относится к крупным водоемам, площадь водного зеркала при НПУ 208,0 м составит 2326 км², полный объем – 58,2 км³.



Рис. 1. Общий вид строящейся Богучанской ГЭС.

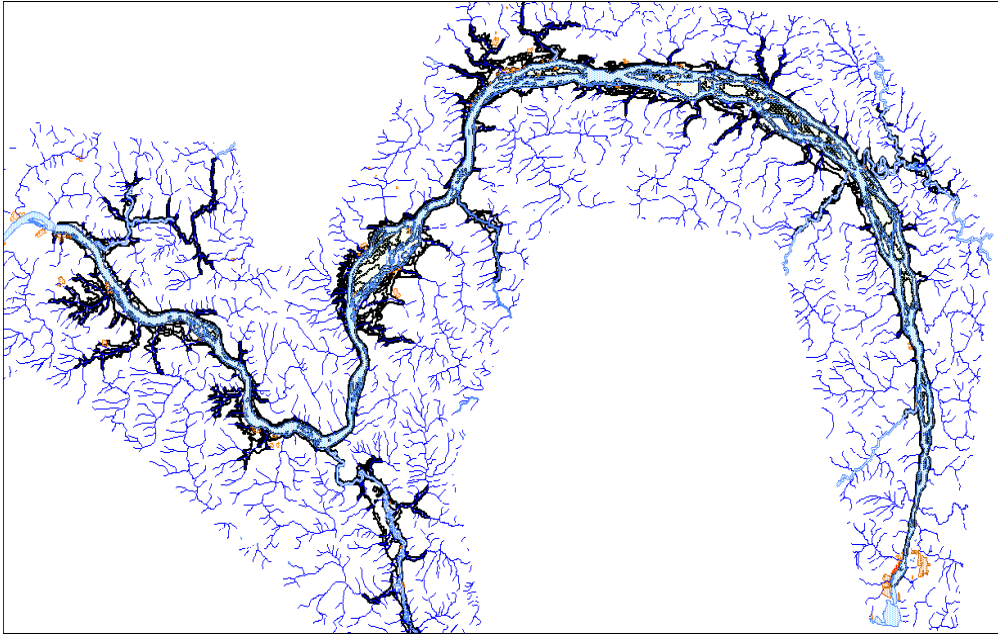


Рис. 2. Схема проектируемого водохранилища Богучанской ГЭС.

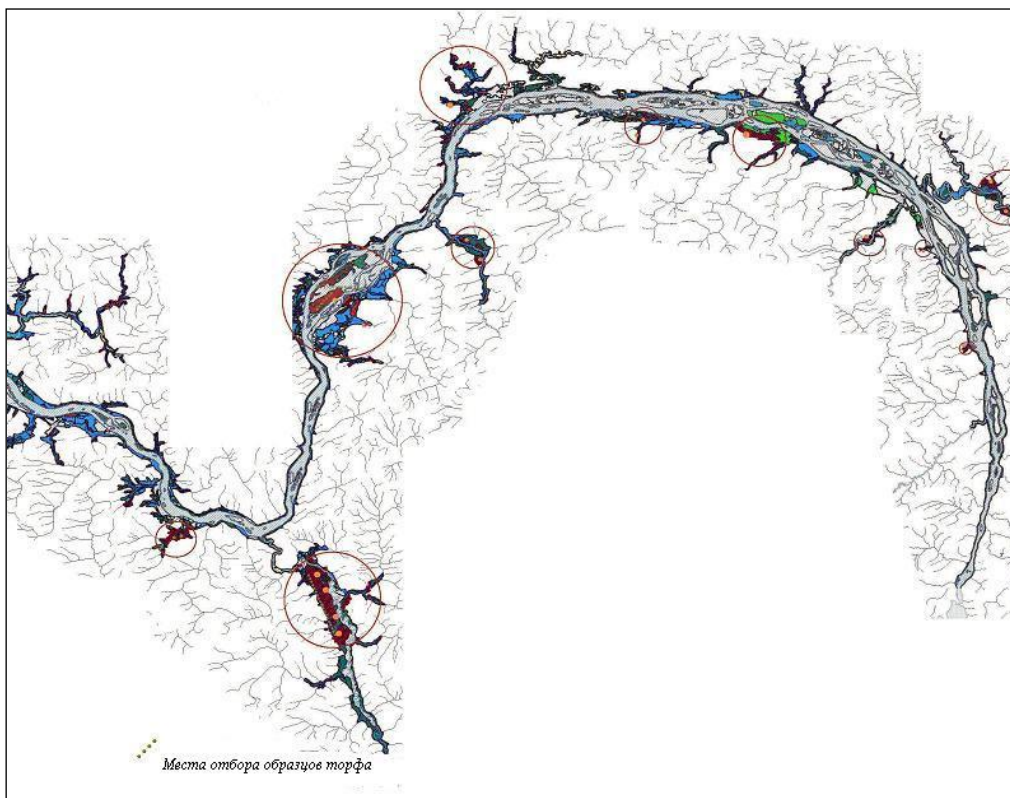


Рис. 3. Фрагмент Богучанского водохранилища (кругами отмечено местонахождение болот в зоне затопления).

Обследование болот проводилось общепринятыми методами. Для определения ботанического состава и общетехнических свойств торфа (зольности, степени разложения, влажности) бурили торфяную залежь и сплошной колонкой с интервалом 25 см отбирали образцы торфа на анализ. Кроме того, через каждые 500 м производилось зондирование залежи с целью определения ее мощности. Зондирование и опробование торфяных залежей болот в акватории водохранилища позволило оценить их мощность, наличие водных прослоек и линз разжиженного торфа, отметить уровень нахождения мерзлоты. Ботанический и физико-химический анализы торфов позволили получить новые сведения о болотах зоны затопления [8]. Для составления прогноза всплывания торфяных залежей в акватории водохранилища использовались методические указания, разработанные в результате многолетних экспериментальных и визуальных наблюдений за всплыванием торфа на существующих водохранилищах России [9].

Результаты и их обсуждение

Общая площадь болот, находящихся в зоне затопления, составляет около 9 тыс. га, с запасом торфа – 87 млн м³. По типам торфяной залежи доминируют низинные болота. Типологическая и геоботаническая характеристика болот долины р. Ангара, а также данные о стратиграфии и физико-химических свойствах торфа опубликованы ранее [8, 10]. Поэтому дальше рассмотрим причины и факторы всплывания торфяных залежей при затоплении болот в долине Ангары.

Всплывание торфа вследствие газообразовательных процессов. Существует корреляционная связь между количеством газа в верхних слоях торфяной залежи, который образуется в результате деятельности микроорганизмов за некоторый период времени и суммой эффективных среднесуточных температур воздуха ($t_{эф.} > 8,8$ °C) за тот же период. Установлено, что при достаточном увлажнении и необходимом питании активность микроорганизмов тем больше, чем выше температура среды. Для развития микробиологических процессов требуется присутствие легкобразимаемых углеводов. Такими углеводами богаты шейхцериевые и шейхцериево-сфагновые торфа, вследствие чего в них накапливаются CO₂, H₂, CH₄ и другие газы. По мере нарастания температуры среды во внутризалежных пустотах возникает давление газа, что приводит к разрыву залежи в слое наименьшего сопротивления [2, 6, 11].

Проектируемое Богучанское водохранилище будет прохладнее, чем

водохранилища средней полосы России, но всплытие торфа в его акватории произойдет, в первую очередь, именно по причине развития газообразовательных процессов в залежах. Площадь водохранилища довольно велика, поэтому его отдельные участки отличаются друг от друга по климатическим данным. Так, сумма летних эффективных температур воздуха ($>8^{\circ}\text{C}$) на более холодных участках территории затопления составляет по метеостанциям: Невон – 1654, Кежма – 1674, Богучаны – 1773 $^{\circ}\text{C}$.

Всплытие торфяных залежей начинается при накоплении ими сумм эффективных температур около 2100 $^{\circ}\text{C}$. Для Богучанского водохранилища сумма эффективных температур, превышающих этот порог, наступит на второй год после начала затопления. Интенсивность всплытия, по прогнозу, возрастет в 3 раза за период 2–4 года эксплуатации, в 5 раз – за период 5–6 лет, в 5–10 раз – за 7–12 лет.

Всплытие торфа в результате его промерзания или смерзания со льдом. Оно может происходить при весеннем наполнении водохранилища, когда затапливается промерзшая торфяная залежь. При затоплении мелководных участков вмержшие в лед деревья увлекают за собой верхний слой торфяной залежи [6, 9]. Для Богучанского водохранилища всплытие торфа по этой причине прогнозируется как незначительное.

Батиметрическое положение затопленной торфяной залежи. В водохранилищах выделяются 4 батиметрические зоны: 1) до 2,5 м; 2) 2,6–5,0 м; 3) 5,1–10,0 м; 4) более 10,0 м. Наилучшие условия для всплытия торфа складываются на мелководье, в первой батиметрической зоне. Во второй зоне вода прогревается слабее и в более поздние сроки. Еще более неудовлетворительные условия для всплытия торфа складываются в третьей зоне. И, наконец, в четвертой батиметрической зоне способны подниматься лишь зыбунные и сплавинные участки торфа [12].

Батиметрическая характеристика торфяных болот приведена в табл. 1. Из нее видно, что только 9 % площади будет находиться под небольшим слоем воды, в первой и второй батиметрических зонах. Причем на мелководье на глубинах до 2,5 м их окажется лишь 6 % от затапливаемой площади торфа. Торфяная залежь, попадающая в эту зону, характеризуется большой вариабельностью величины степени разложения (5,0–50,0 %) и стратиграфического строения (однослойные, двухслойные и многослойные). В целом по водохранилищу распределение площадей по батиметрическим зонам следующее: первая – 491 га, вторая – 252 га, третья – 1578 га, четвертая – 5361 га.

Приведенные данные свидетельствуют о преимущественно глубоководном положении болот и заболоченных земель в акватории водохранилища, что будет способствовать сильному сокращению масштабов всплывания торфа.

Таблица 1. Батиметрическая характеристика болот зоны затопления

<i>Наименование параметров</i>	<i>Батиметрические зоны</i>				<i>Всего</i>
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	
Количество болот	7	5	22	38	72
в том числе:					
разведанных в натуре	1	–	3	14	18
выявленных камерально	6	5	19	24	54
Площадь болот в нулевой границе без внутренних суходолов и озер, га	491	252	1578	5361	7682
в том числе:					
разведанных в натуре	91	67	534	4126	4758
выявленных камерально	400	245	1044	1235	2924
Процент от общей площади затапливаемых территорий, покрытых болотами	6	3	21	70	100
в том числе от площади:					
разведанных в натуре болот и заболоченных земель	2	>1	11	87	100
от площади камерально выявленных болот и заболоченных земель	14	8	36	42	100

Свойства торфяной залежи. Важную роль при всплывании залежи играет ботанический состав торфа. Наиболее активны к всплыванию шейхцериево-сфагновые, фускум, медиум, сфагновые мочажинные торфа с малой (5–25 %) степенью разложения. Несколько меньшей активностью к всплыванию обладают те же торфа со степенью разложения 20–25 % [4, 5]. Слабую активность к всплыванию проявляют древесный, пушицевый, хвощевый и некоторые виды осокового торфа. Кроме того, на активность всплывания торфа оказывают влияние водные прослойки и линзы разжиженного торфа. Определенное значение для всплывания имеет зольность и степень разложения торфа. Активность к всплыванию снижается при зольности более

23 %, а при 35 % залежь инертна к всплыванию [9].

Стратиграфическое строение торфяной залежи, ботанический состав и качественные показатели торфа в зоне затопления нередко благоприятны для всплывания торфа во всех батиметрических зонах [8, 10]. Так, в долине Ангары, в срединной части водохранилища, широко представлены зыбунные болота, например, болото Зыбун, торфяная залежь которого всплывет сразу по мере затопления залежи. В зоне затопления также широко представлены торфяные залежи, верхние слои которых мощностью до 1,0 м и более слагаются очень активными к всплыванию торфами малой и пониженной степени разложения, которая варьирует от 5,0 до 27,0 %.

Из них залежи низинного типа (со степенью разложения 5,0–27,0 %), переходного типа (5,0–22,0 %), верхового типа (5,0–17,0 %). Такие залежи всплывут в первой-третьей батиметрических зонах, в основном в первые годы после затопления, при накоплении ими сумм эффективных среднесуточных температур воздуха 2000–6000 °С.

Вместе с тем, слабо разложившиеся залежи, образованные торфами, переходного типа (со степенью разложения 23,0–27,0 %), верхового типа (18,0–27,0 %) всплывут в больших масштабах в первой батиметрической зоне, в основном, в первое пятилетие после затопления, при накоплении ими сумм эффективных среднесуточных температур воздуха 6100–10000 °С. Такими залежами, главным образом, сложены нижние слои торфяного болота Зыбун. А если учесть, что с поверхности и до глубины 1,0 м они перекрыты малоразложившимися торфами, то существует опасность всплывания торфов данного болота с больших глубин, достигающих 10,0–15,0 м.

Широкое распространение в зоне затопления, преимущественно в долинах небольших притоков и ручьев, впадающих в Ангару, имеют торфяные залежи и илистые отложения, поверхностные слои которых мощностью 0,25–0,75 м сложены торфами малой степени разложения (рис. 4). Они обладают большой активностью к всплыванию в первой батиметрической зоне, и поднимутся, преимущественно, через 5–6 лет после затопления, при накоплении залежами сумм эффективных среднесуточных температур воздуха до 10000–20000 °С.



Рис. 4. Ковер из гидрофильных гипновых мхов, покрывающих поверхность долинно-балочных болот.

Таким образом, по ряду рассмотренных выше причин и факторов всплывания торфяных залежей, в Богучанском водохранилище при НПУ 208,0 м поднятие залежи ожидается на большинстве торфяных болот и заболоченных земель. При этом на многих из них насчитывается несколько участков, так называемых районов всплывания (РВ), в пределах которых будут протекать процессы поднятия залежи (табл. 2). Что касается территории, где всплывание торфа не ожидается, то есть районов отсутствия всплывания торфа (РОВА), то они охватывают целиком значительную группу торфяных болот и заболоченных земель, расположенных преимущественно в Ангарской части водохранилища. Подсчет площадей и объемов всплывания торфа показал, что оно ожидается на 54 торфяных болотах и заболоченных участках, в пределах которых выделяется 81 участок РВ. Площадь всех РВ – 1299 га, что составляет 17 % затопляемой территории, занятой болотами. В районах всплывания предполагается поднятие 552 га торфа объемом около 4461 тыс. м³ при средней мощности слоя торфа в 0,8 м. Наиболее опасными с точки зрения поднятия торфа в больших масштабах является часть торфяных залежей, слагающих болота в долине р. Ковы и торфяная залежь болота Зыбун [12].

Таблица 2. Прогнозируемые площади и объемы всплывания торфа в Богучанском водохранилище

Затопленная торфяная залежь, как правило, разделяется на две части: всплывшую и не всплывшую. Мощность всплывшего слоя торфа может колебаться 0,2–2,5 м при доминировании величин 1,0–1,5 м. Прогнозируется, что мощность торфяных сплавов в долине р. Ковы будет достигать 1,7–2,0 м, а в отдельных случаях – 2,5 м. Средние значения толщины всплывающего слоя торфа по участкам РВ будут изменяться 0,3–1,4 м.

Период, в течение которого будет всплывать прогнозируемая торфяная залежь болот, исчисляется более чем в двадцать лет. Конкретные площади всплывания торфа по периодам следующие: *в период наполнения* – 205 га (с объемом торфа 1063 тыс. м³); *период эксплуатации* – 347 га (3398 тыс. м³), в том числе: в первое пятилетие – 161 га (2065 тыс. м³); второе пятилетие – 81 га (596 тыс. м³); третье пятилетие – 65 га (459 тыс. м³); четвертое пятилетие – 40 га (276 тыс. м³) [12].

Торфяные сплавины в первые годы после всплывания будут малоустойчивы, и при переходе в дрейф довольно быстро будут разрушаться. Так, например, в Ангарской открытой части водохранилища, где его ширина превысит 8 км, почти вся всплывшая торфяная залежь подвергнется быстрому разрушению. Вместе с тем, в заливах по рекам Кова, Ката, Немнига и Балаганная, защищенных от ветра, всплывшая торфяная залежь уже через 2–3 года может перейти в устойчивое состояние, покроется растительностью. Здесь долго будут сохраняться очаги всплывшего торфа.

Таким образом, проведенные исследования болот в зоне затопления водохранилища Богучанской ГЭС свидетельствуют о том, что при проектировании крупных гидроэлектростанций необходим комплексный подход к оценке природных особенностей затапливаемых территорий. Особое внимание при этом следует обратить на степень ее заболоченности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабурин А.А. Бушуева З.И. Экологическая экспертиза энергетических проектов. Институт водных и экологических проблем. Хабаровск, 1991. С. 28–30.

2. Богдановская-Гиенэф И.Д. Прогнозирование всплывания торфа на затопленных болотах // Тр. III Всесоюз. гидрол. съезда, М-Л.: Гидрометеиздат, 1959. Т. 4. С. 66–73.
3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. М.: Наука, 1986. 270 с.
4. Бирюков И.Н, Тарунина Е.Ф. Роль ботанического состава и степени разложения торфяной залежи в процессах всплывания ее в водохранилищах // Природа болот и методы их исследований, Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. С. 237–239.
5. Иванов В.Н., Молкин Г.С. Особенности классификации торфяных залежей и растительных группировок болот при прогнозировании всплывания торфа на затопленных торфяных массивах при создании водохранилищ // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. С. 205–209.
6. Молкин Г.С. О всплывании торфа на Верхневирском водохранилище // Болота и болотные ягодники. Тр. Дарвинск. Гос. заповед. Вологда. 1979. Вып. XV. С. 111–117.
7. Бажин Н.М. Метан в атмосфере // Соросовский образовательный журнал. 2000. № 3. Т. 6. С. 52–57.
8. Карпенко Л.В. Краткая характеристика болот, видов торфа и торфяных залежей в зоне затопления Богучанского водохранилища // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края. Красноярск. 2007. С. 117–122.
9. Методические указания по прогнозированию процесса всплывания торфа в водохранилищах умеренной климатической зоны СССР. М. 1983. 120 с.
10. Карпенко Л.В. Современное состояние болот зоны затопления Богучанского водохранилища // География и природные ресурсы, 2009. № 1. С. 110–116.
11. Nakagawa F., Yoshida N., Nojiri Y., Makarov V.N. Production of methane from alasses in eastern Siberia: Implications from its ^{14}C and stable isotopic compositions //Global Biogeochemical Cycles, 2002. V. 16. № 3. P. 1041.
12. Тарунина Е.Ф., Бирюков И.П., Чугаева В.А. Уточненный прогноз всплывания торфа в Богучанском водохранилище. Горький. 1984. Кн. 1. 41 с.

Сведения об авторе:

Карпенко Людмила Васильевна, к. б. н., доцент, с. н. с., Институт леса им. В.Н.Сукачева Сибирского отделения РАН, лаборатория лесной фитосоценологии, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28; e-mail: karp@ksc.krasn.ru