

Расчет показывает (рис. 4), что при управлении кровлей полным обрушением величина напряжений составляет 133 МПа, что значительно превышает предел прочности пород и соответственно приводит к их разрушению и вывалу в сторону свободной поверхности, т.е. в рабочее пространство лавы. При поддержании консоли пород кровли на расстоянии 5 м за секциями крепи величина напряжений снижается до 95 МПа, что дает основание полагать, что поддержание консоли на большую длину позволит существенно снизить напряжения в массиве впереди очистного забоя.

Литература

1. Рязанцев Н. А. О чем свидетельствует наличие вывалов в кровле и пучение почвы в выработках ОП «Шахта «Стаханова» /Н.А. Рязанцев, А.Н Рязанцев., Н.А Рязанцева. // Зб. матеріалів регіональної наук.-практ. конф. «Проблеми гірничої технології», КП ДонНТУ, 30 лист.2012 р. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2012. – с.42-45.
2. Хозяйкина Н. В. Закономерности зміни граничного напруженого стану у складно структурній покрівлі лав пологістих вігульних пластів. Автореферат на здобуття наук. ступеня канд. техн. Наук /Н.В.Хозяйкина – Дніпропетровськ, 2004. – 18 с.
3. Пат. № 75593 UA, МПК E21D 15/00 (2012.01). Кушове армоване кріплення / Г. І. Соловійов, О. Ю. Білогуб, С. В. Чуяшенко, А. Л. Касьяненко; заявник і патентовласник ДонНТУ. – у 2012 05417; заявл. 03.05.2012; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23. – 4 с.: іл.
4. Белогуб О. Ю. Критерій вивалонебезпечності порід покрівлі очисних вибоїв глибоких шахт // О. Ю. Белогуб, Г. И. Соловьев, Я. О. Ляшок // Зб. матеріалів V регіональної наук.-практ. конф. «Дні науки-2013», 23.05.2013. – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2013 р. Т.1. – с. 52-55.

УДК 553.973

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАИЛЕНИЯ ВОДОЕМОВ НА ЗАПАСЫ И КАЧЕСТВО ОЗЕРНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

Курзо Б.В., Гайдукевич О.М.

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»

Исследования показывают, что заиленность озер Беларуси составляет в среднем 50 %. Около 20 % озер утратили высокий природно-ресурсный потенциал в результате заболачивания, заиления и загрязнения вод под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности на водосборе. Более 2 тыс. малых озер перекрыты торфом и прекратили свое существование. В результате прогрессирующих процессов природного и антропогенного эвтрофирования растет общая минерализация водной массы озер, увеличивается концентрация в воде сульфатов, хлоридов и общего фосфора. Углубление озер при добыче сапропеля улучшает водный баланс и качество воды водоемов, создает условия для рекреации населения и расширения рыбоводства.

На территории Беларуси распространены небольшие и неглубокие озера. Около 75 % из них имеют площадь менее 0,1 км² и относятся к числу старичных (речных) [1]. Объем воды в озерах республики составляет

около 6 км³. Основные водные ресурсы (около 22 % объема) сосредоточены в озерах площадью 1–5 км².

Озера Беларуси обладают богатыми природными ресурсами – водными, биологическими, минеральными, рекреационными и энергетическими, запасы которых определяют хозяйственное использование озер. Преобладающим видом хозяйственного использования озер республики является рыбное хозяйство – 92 % общего числа озер. В качестве водисточников используется около половины озер, для рекреации – более 30 % общего количества, в гидромелиоративных целях – 9 % озерного фонда [2].

Многолетние исследования позволили определить приоритетные показатели для оценки качества воды и разделить озера Беларуси на 3 группы (табл. 1).

Таблица 1 - Критерии качества воды озер Беларуси [3]

Показатели	Группы и пределы колебаний		
	I	II	III
Прозрачность, м	3–5	1,0–2,9	менее 1,0
Цветность, град.	менее 20	21–80	более 80
Перманганатная окисляемость, мг О/л	2–5	5,1–10	более 10
БПК ₅ , мг О ₂ /л	1–3	3,1–5	более 5
Содержание кислорода, %	80–100	60–80, 100–110	менее 60 более 110
PO ₄ ³⁻ , мг P/л	0,001–0,01	0,011–0,05	более 0,05
NH ₄ ⁺ , мг N/л	0,01–0,1	0,11–0,7	более 0,7
NO ₂ , мг N/л	отсутствие	0,001–0,01	более 0,01
Биомасса фитопланктона, г/м ³	1–5	5,1–10	более 10
Соотношение биомассы фито- и зоопланктона	1:1	5:1	10:1 и более

К I группе относится около 10 % озер. Они имеют замедленный водообмен, значительные глубины, большой объем воды и относятся к типу мезотрофных. Озера характеризуются водой высокого качества, которая используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения, для технологических нужд, разведения ценных пород рыб.

Во II группу входит подавляющее большинство (около 70 %) озер Беларуси. Озера отличаются разной степенью трофности, однако преобладают эвтрофные. Вода относится к классам «слабо и умеренно загрязненной», исключается из питьевого водоснабжения и пригодна с некоторыми ограничениями для рыболовства и рыбоводства, рекреации, хозяйственно-бытового, сельскохозяйственного и промышленного потреб-

ления, орошения и обводнения. На мелководных озерах ведется добыча сапропеля.

III группа озер (около 20 %) утратила высокий природно-ресурсный потенциал в результате заболачивания, заиления, загрязнения и истощения вод под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности на водосборе, имеет водную массу низкого качества. Водопользование на озерах данной группы ограничивается промышленным и сельскохозяйственным водопотреблением для орошения технических культур и пастбищ, развития водномоторных видов спорта, добычи сапропеля, гидробионтов. Данные озера могут использоваться в качестве водоприемников мелиоративной сети и подлежать рекультивации.

Увеличение биологической продуктивности озер под воздействием природных и антропогенных факторов приводит к усилению темпов седиментации органического вещества и быстрому обмелению озер. Рассчитанная скорость прироста озерных осадков в доиндустриальное время составляла в среднем от 0,4 мм в год в мезотрофных озерах, до 1,4 мм в год в эвтрофных [4]. За 13 тыс. лет – время, прошедшее после таяния последнего ледникового покрова, объем накопившегося в озерах Беларуси сапропеля составил более 4 млрд м³. В настоящее время озерные котловины примерно наполовину заполнены сапропелем.

Исследования показывают, что озерность территории Беларуси в начале голоцена (более 10 тыс. лет назад) была гораздо выше, чем на современном этапе, особенно в центральных областях (рис. 1).



Рис. 1. Сопоставление современной и раннеголоценовой озерности Беларуси

Наиболее массово полное заиление сапропелем, заторфывание водной поверхности и отмирание водоемов на озерно-болотных комплексах происходило в конце бореального–первой половине атлантического времени, в течение которого прекратило существование почти 2 тыс. озер или 50 % существовавших в то время водоемов.

На севере республики – в Поозерье, до границы последнего оледенения, проходящей в основном в пределах линейного участка номер 45, относительная концентрация сапропеля в современных озерах заметно выше, чем в перекрытых торфом залежах озерных отложений (рис. 2). Такая же тенденция наблюдается на самом юге Полесья. На остальной территории имеет место повышенная плотность сапропеля под торфом, нежели в открытых озерах, что связано с широким развитием здесь в прошлом сапропелепродуктивных озер.

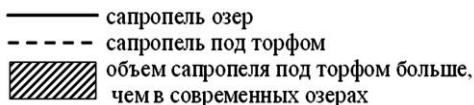


Рис. 2. Плотность ресурсов сапропеля Беларуси на единицу площади

Исследования современных озерных осадков, депонирующих антропогенные загрязнения показывают, что приоритетными загрязнителями водных объектов Беларуси являются тяжелые металлы, радионуклиды и биогенные элементы, главным образом, фосфор. Аналитический контроль данных веществ хорошо разработан методически. Для оценки интенсивности миграции элементов в пространстве и времени они выражаются в виде

относительных показателей их содержания в современном слое по отношению к слою, принимаемому за фоновый. Геохимический фон для озерных отложений - это средняя величина содержания химических элементов в интервале осадков, где с большой надежностью можно предположить отсутствие антропогенных источников их поступления. В озерных осадках за геохимический фон микроэлементов принимаются техногенно ненарушенные глубинные слои. Разработана специальная методика и предложен метод контроля состояния озер по донным отложениям, позволяющий оценить и наглядно представить особенности процессов эвтрофирования и загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими поллютантами экосистем современных водоемов. Седиментологический подход позволяет проследить распределение загрязняющих и эвтрофирующих элементов в экосистемах репрезентативных озер во времени и пространстве, проводить зонирование акватории по степени данных видов воздействия. На рис. 3 представлено распределение параметра степени эвтрофирования ($K_{эвтр.}$) по площади оз. Нарочь. Большая часть акватории озера характеризуется незначительной степенью эвтрофирования ($K_{эвтр.} < 1$). Зоны высокой степени эвтрофирования приурочены к западной и юго-западной частям озера.

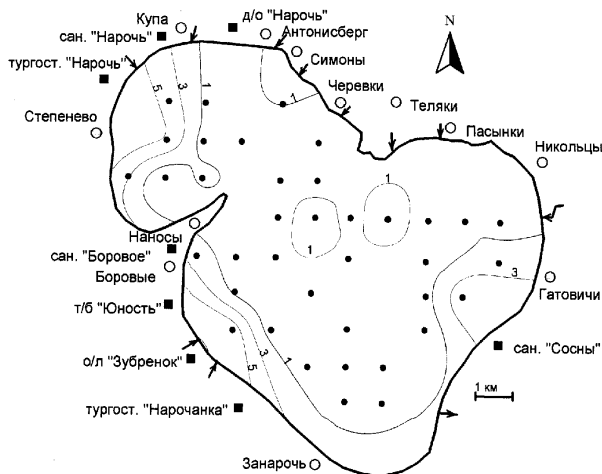


Рис. 3. Распределение степени эвтрофирования ($K_{эвтр.}$) по акватории оз. Нарочь

С учетом общей закономерности распределения загрязнений и эвтрофирующих веществ в сапрелепе отдельных озер, появляется возможность оценивать региональный уровень их накопления в осадках с учетом природной обстановки. Преимущества данного метода контроля экологи-

ческого состояния озер по донным осадкам позволяют рекомендовать его для системы мониторинга озерных водоемов.

Особую роль в интенсификации антропогенного эвтрофирования озер играют биогенные элементы, и прежде всего фосфор, содержание которого в воде и в донных отложениях определяется природой основных источников его поступления в водоем, активностью биологических процессов, участвующих в трансформации соединений фосфора, а также скоростью осадконакопления.

Рассчитанные на замкнутые водораздельные (озера Слобода и Деменец) и глубокие с залесенными водосборами озера нагрузки по фосфору минимальны и составляют 0,05–0,08 г/м² площади акватории. Фосфор в такие озера поступает на 54–96 % с атмосферными осадками. В озера, имеющие проточность и связь с обширными водосборами, основной принос фосфора идет с поверхностными стоками (озера Деменец, Ореховно). Особое внимание обращают на себя водоемы, имеющие на своих водосборах локальные источники загрязнения – 92% фосфора в озеро Мено и 28 % в озеро Волчо поступает с животноводческих ферм.

Содержание фосфора в современных осадках изучаемых водоемов колеблется в интервале 0,1–1,3% на сухое вещество (СВ). При сопоставлении количественного содержания фосфора в донных отложениях этих озер наблюдается влияние различий поступающего с водосбора вещества, а также проточности водоема. Внешняя нагрузка на слабопроточные озера Слобода и Деменец не велика, поступление фосфора в осадки минимально (0,1–0,3%) и характеризуется равномерным распределением его по разрезам залежей. Максимальные количества зафиксированы в наиболее проточном озере Мено – до 1,3 % на СВ. Особенно информативно содержание фосфора в современных осадках, выраженное через коэффициент концентрации (табл. 2). В сапропелях слабопроточных озер, на водосборах которых отсутствуют животноводческие комплексы и пашня (оз. Слобода и Деменец) коэффициенты концентрации фосфора низки и составляют 1–1,3.

В современных осадках озер, испытывающих воздействие в основном земледелия (рассеянные источники), отмечается возрастание содержания фосфора, которое в среднем составляет 0,27–0,44 % на СВ, а коэффициент концентрации в верхнем слое увеличивается до 1,6. Резкое повышение уровня трофии вод озер, испытывающих прямое воздействие животноводческих комплексов, ведет к заметному концентрированию соединений фосфора в верхних 0,1 м осадка. Коэффициент концентрации здесь составляет 2,6–2,7. В исследованных осадках преобладают минеральные формы фосфора (70–92 %), причем усиление их относительного накопления отмечается с ростом антропогенного влияния.

Таблица 2 - Содержание соединений фосфора и коэффициент концентрации (k) в поверхностных слоях современных осадков озер Поозерья, % СВ

Название озера,	Глубина отбора, м	P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ минер.	% минер. от общего	ОВ	k
Слобода	0–0,1	0,16	0,14	87,5	90,8	1,3
	0,1–0,5	0,12	0,09	81,8	94,7	
Деменец	0–0,1	0,23	0,16	70,0	56,5	1,0
	0,1–0,3	0,23	0,16	70,0	62,0	
Волчо*	0–0,1	0,27	0,22	81,5	17,5	1,6
	0,1–0,4	0,17	0,13	76,5	21,3	
Ореховно*	0–0,1	0,44	0,37	84,1	25,5	1,6
	0,1–0,4	0,27	0,20	75,3	22,2	
Мено**	0–0,1	0,62	0,44	71,0	53,1	2,7
	0,1–0,5	0,23	0,16	69,5	49,6	
Любачи**	0–0,1	1,42	1,3	91,5	56,3	2,6
	0,1–0,7	0,54	0,41	75,9	67,3	

Примечания: * – влияние земледелия; ** – влияние животноводческих стоков

Сосредоточение биогенных веществ в осадках озер, подверженных антропогенному влиянию в результате стока с объектов сельскохозяйственного производства, селитебных и рекреационных территорий многократно возрастает, что ведет к увеличению внутренней нагрузки [4].

Работы по очистке озер от сапропеля и использования добытого минерального сырья для выпуска различной продукции сельскохозяйственного, промышленного и бальнеологического назначения проводятся в Беларуси начиная с 1975 г. Особенно активно добыча сапропеля велась в конце 80-х гг. прошлого века. В 1990 г. объем заготовки сапропеля составил 1,5 млн. т в пересчете на условную 60 %-ную влагу. Добычу сапропеля проводили на 42 озерах и 13 торфоучастках. Общий объем добытого из озер и торфяных месторождений сапропеля оценивается почти в 34 млн. м³, что составляет около 1 % имеющихся в республике ресурсов. В настоящее время действует 6 объектов, объем добычи сапропеля на торфяных месторождениях превышает объем его извлечения из озер.

В результате дноуглубительных работ происходит омоложение заиленных озер с увеличением в них запасов пресной воды. Если принять объем водной массы во всех озерах за 6 млрд. м³, то добыча сапропеля позволила увеличить его на 0,6 %. Дополнительный объем пресной воды на месте изъятых сапропеля сопоставим с объемом всех построенных прудов в Брестской, Витебской и Гомельской областях.

Для оценки процессов трансформации озерных экосистем под воздействием работ по извлечению сапропеля проводили регулярные наблюдения за ходом гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей на малых озерах в течение ряда лет. Для выявления изменений качества воды использовали систему ранговых показателей [5]. Во многих заиленных озерах отмечается улучшение экологического состояния, выражающееся в повышении ранга качества воды после добычи сапропеля по сравнению с первоначальным состоянием. Так, в дистрофирующем оз. Бецкое Полоцкого района при углублении его за несколько лет на 2–4 м ранг качества воды повысился с 4,8 – «слабо загрязненная вода» до 3,3 – «вполне чистая».

Однако разработка поверхностного слоя сапропеля высокоэвтрофных (гипертрофных) озер с повышенным концентрированием биогенных веществ приводит на начальных этапах к заметному ухудшению состояния лимносистем за счет возрастания внутренней биогенной нагрузки, что снижает качество воды, как это наблюдалось в озерах Мено, Усвея и Вечер. В тех случаях, когда добыча сапропеля сопровождается нарушениями технологического регламента и природоохранных правил (прямое попадание чеховых вод в озеро, загрязнение нефтепродуктами, сильное снижение уровня или подкачка воды из мелиоративных систем, уничтожение макрофитной растительности и др.), происходит разбалансировка продукционно-деструкционных процессов и качество воды в озере снижается.

Таким образом, добыча сапропеля является мощным антропогенным фактором, который за последние десятилетия существенно изменил геоэкологическую ситуацию в озерах и на месте бывших торфоразработок, поэтому использование и охрана восстанавливаемых путем добычи сапропеля водных объектов должны осуществляться по специально разработанным нормам и правилам.

Литература

1. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз. – Минск: БГУ, 2004. – 207 с.
2. Лопух П.С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана. – Минск: БГУ, 2000. – 332 с.
3. Якушко О.Ф., Власов Б.П., Гигевич Г.С., Лешкович Л.Е. Природные ресурсы озер Беларуси: состояние и использование // Природные ресурсы. – 1999. № 1. – С. 22–30.
4. Курзо Б.В. Закономерности формирования и проблемы использования сапропеля. – Минск: Бел. наука, 2005. – 224 с.
5. Оксийок О.П., Жукинский В.Н., Брагинская Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. – 1993. – Вып. 29, № 4. – С.62-76.