ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ СТРУКТУР НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Б.И. Угрюмов, С.Н. Угрюмова

ГОУ ВПО «Братский государственный университет», г. Братск, Россия

Рассматриваются типы повреждения растений антропогенными источниками загрязнений, приводятся некоторые результаты исследований степени и динамики поражения древостоев в зоне промышленных выбросов и в береговой зоне водохранилища. Анализируются вопросы зависимости показателей качества воды от веществ, эстрагируемых водой, скорости вымывания их из древесины, скорости окисления их в воде и скорости реэрации воды.

Different types of damages to plants due to anthropogenic sources of pollution are considered; the results of research to the degree and dynamics of wood damaging in the areas of industrial pollution and along the coasts of the Bratsk Sea are given. The influence of man-caused structures on the ecological condition of the Bratsk Sea is analyzed in depth.

В условиях Братского промышленного узла основными источниками антропогенного загрязнения воздуха, почвы, а, следовательно, и воды являются: лесопромышленный комплекс (БЛПК), алюминиевый завод (БрАЗ), ряд теплоэлектростанций (ТЭЦ), завод отопительного оборудования (Сибтепломаш), котельные, автомобильный транспорт.

Основные загрязняющие вещества в выбросах – это твердые частицы (пыль, сажа, металлы), газообразные вещества (окись углерода, сероводород, сероуглерод, метилмеркаптан и др.) В общей структуре выбросов пыль составляет 19%, двуокись серы – 10%, окись углерода – 61%, окись азота – 3,1%. На специфические вредные вещества, такие как втористые соединения, сероводород, метилмеркаптан, бенз(а)пирен приходится соответственно 2,2; 0,4; 0,3 и мене 0,1%.

Наличие вредных веществ в воздухе оказывает негативное антропогенное воздействие на природную среду и, прежде всего, на лесные массивы в районе города Братска. В зоне техногенного воздействия алюминиевого завода дождевая вода имеет слабокислую реакцию (рН от 5,4 до 6,6), а снеговая – близкую к нейтральной (рН-6,2-6,7). Известно, что причины повреждения лесов довольно разнообразны. В европейских странах одним из основных компонентов промышленных выбросов, отрицательно влияющих на ассимиляционный аппарат, является двуокись серы SO_2 , также негативное воздействие на растительность оказывает аммиак (NH_3), двуокись азота (NO_2), озон (O_3), фтористый водород (HF), хлористый водород

(HCl). Наиболее токсичными являются SO_2 , HF и HCL.

Большинство исследователей различают три типа повреждения растений: острое, хроническое и скрытое. Острое повреждение возникает при действии на них высоких концентраций токсикантов в течение кратковременного периода (минут или часов). Хроническое повреждение растений является результатом длительного воздействия небольших концентраций токсиканта. Характерные признаки хронического повреждения – снижение прироста, преждевременный листопад, потеря плодоношения, длительное нарушение газообмена. Скрытые или физиологические повреждения возникают при длительном или постоянном воздействии незначительных количеств загрязнений.

В результате исследований установлена степень и динамика поражения древостоев в зоне промышленных выбросов, в береговой зоне водохранилища установлены физико-механические свойства пораженной древесины и пути ее использования. Для того, чтобы поддерживать древостой в надлежащем санитарном состоянии, в береговой зоне водохранилищ необходимо на всей пораженной площади производить сплошные рубки, рубки ухода и выборочно-санитарные рубки.

Кислородный режим водоемов и биологическая потребность в кислороде (БПК) наиболее изменчивые показатели качества воды, зависящие от многих факторов.

Из них наибольшее значение для лесосплава имеет вещества, эстрагируемые водой (ВЭВ), скорость вымывания их из древесины, скорость окисления их в воде и скорость реэрации воды. Каждый из этих факторов, в свою очередь, зависит от ряда других, так что необходима точная оценка влияния их в каждом конкретном случае. Однако, на основе модельных опытов в лабораторных и природных условиях, а также с учетом некоторых сведений в литературе, приведем наиболее важные результаты:

1) содержание ВЭВ, растворимых в горячей воде, в заболонной древесине основных лесобразующих пород (%): сосна – 1,4 – 3,5; ель - 1,5-2,3; кедр – 1,5-7,6; береза – 1,0-4,2; осина – 1,8-3,2. В холодной воде растворяется в 2-3 раза меньше. В коре содержание ВЭВ намного больше. Так, в холодной воде их растворяется (%): в сосне ≈12, ели ≈22, березе≈18, осине≈21. Для коры составляет 5-12% от стволовой биомассы;

2) вымывание ВЭВ происходит по экспоненциальному закону, если пренебречь некоторой первоначальной лаг-фазой (когда клетки коры еще живы и удерживают ВЭВ) и ускорением в связи с отмиранием живых клеток. Удельная скорость вымывания k_0 варьируется от 0,02 до 0,06, в среднем равна 0,04 суток⁻¹. В хранившейся древесине в связи с отмиранием живых клеток луба и заболони скорость вымывания несколько повышается.

3) окисление ВЭВ происходит по экспоненте с ограничением. Скорость окисления k_1 сильно варьируется в зависимости от температуры воды, состава и легкости окисления ВЭВ, а также от видового состава и обилия микроорганизмов в воде. Величина k_1 в лабораторных условиях колеблется от 0,1 до 1 сутки⁻¹. Необходимо уточнение величины для каждого водоема, используемого в целях лесосплава.

4) Скорость аэрации k_2 зависит, в значительной степени, от скорости потока и температуры. При температуре 15-20° С она равна 0,1 в слабопроточных водоемах и 0,7-0,8 в малых реках с быстрым течением.

В связи с экспоненциальным законом вымывания ВЭВ основная масса, основная масса их попадает в воду в первые две недели, даже в первые сутки. Если древесина затонула, то в слабокислых водах происходит частичный гидролиз полисахаридов. Даже по истечении нескольких лет в заболони остается (вновь образуется в результате гидролиза) некоторое количество ВЭВ, например, в сосне после 5 лет затопления – 36%, а через 18 лет – 18% от первоначального количества ВЭВ. Еще медленнее ВЭВ вымывается из ядровой части. Можно сказать, что малое количество ВЭВ в затонувшей древесине и очень медленное их вымывание определяет их незначительное влияние на кислородный режим водоема. Вопреки распространенному мнению затонувшая древесина «не гниет», очень медленно изменяясь в химическом отношении. Таким образом, наиболее опасные ситуации для рыбы могут возникнуть в первые несколько декад пребывания древесины в воде.

Проведенное математическое моделирование данного процесса показало, что изменение БПК и дефицит кислорода описываются эскизной моделью на основе общепринятой модели Стритера-Фелпса с учетом того, что загрязнения поступают в воду не в виде разового сброса, а постепенно – в процессе вымывания их из неокоренной древесины. Расчеты сделаны, исходя из следующих предположений: биохимический показатель (количество O_2 , расходуемое на окисление единицы массы ВЭВ) $r = 1$ (соответствует полисахаридам и низкомолекулярным углеводам), базисная плотность древесины $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$.

Принимаем следующие ограничения $BPK_{\text{л}} \leq 3 \text{ мг/л}$, концентрация кислорода $> 6 \text{ мг/л}$. Обозначив содержание ВЭВ в древесине через C_d получим (табл.2.) значения объемных соотношений воды и древесины λ (в скобках указано значение λ при $C_d = 2,5\%$).

Таблица - Значения объемных соотношений воды и древесины в зависимости от скорости окисления k_1 и скорости аэрации k_2

k_1 , сутки	k_2		
	0,02	0,04	0,06
0,30	$C_d/458$ (1/183)	$C_d/818$ (1/327)	$C_d/1110$ (1/444)
1,00	$C_d/155$ (1/62)	$C_d/292$ (1/117)	$C_d/418$ (1/167)
2,00	$C_d/80$ (1/32)	$C_d/155$ (1/62)	$C_d/255$ (1/90)

Как видно из таблицы наиболее опасно положение, когда скорость вымывания велика, а скорость окисления мала. Если принять за предельно допустимое соотношение по токсичности $\lambda \leq 1: 250$, то при $C_d = 2,5\%$ БПК является лимитирующим фактором при $k_1 = 0,3$ и $k_0 = 0,04 - 0,06$, где λ должна быть еще меньше.

Ограничения по дефициту кислорода также возникают при определенных условиях. Например, при $k_0 = 0,06$, $k_1 = 0,3$ и $k_2 = 0,1$ максимальный дефицит наступает через 30 суток и при начальной концентрации кислорода 10 мг/л для выдерживания необходимой нормы $\lambda \leq 1: 495$. При $k_0 = 0,02$, $k_1 = 0,2$ и $k_2 = 0,1$ $\lambda \leq 1: 268$ (максимум дефицита через 41 сутки), т.е. при слабой проточности концентрация кислорода является лимитирующим фактором. Таким образом, приняв за основу требования к составу и свойствам воды в водных объектах, предназначенных для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к недостатку кислорода, можно сделать следующие выводы:

БПК и концентрация O_2 в воде зависит от ряда условий, в основном, от скорости вымывания экстрактивных веществ и скорости их окисления. Максимальное соотношение объемов древесины и воды – 1: 250 – установлено по результатам токсикологических испытаний по отношению к гидробионтам. Сравнительно большой скорости вымывания (после длительного хранения древесины) и малой скорости окисления (в холодных чистых прудах) требуется еще меньшее соотношение древесины и воды. Однако при сплаве свежей или окоренной древесины кислородный режим не является лимитирующим фактором (необходимо выдерживать токсикологическую норму 1: 250). Опасность возрастает в слабопроточных водоемах. В малых реках с быстрым течением изменением гидрохимического режима можно пренебречь, но возрастает роль эрозионных процессов.

Библиографический список

1. Угрюмов, Б.И., Новоселов, А.В. и др. Проблемы организации технологических процессов освоения «бесхозной» древесины/Б.И. Угрюмов. Учебное пособие. БРИИ, Братск, 1998, - 85с.
2. Угрюмов, Б.И., Пятакин, В.И. Экологические и технологические

проблемы водо- и лесопользования в условиях водохранилищ/Б.И. Угрюмов, В.И. Пятакин – С-Петербург, 1999, ЛТА, с.57.