

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра «Природообустройства и водопользования»

Василенков С.В., Василенков В.Ф.

Инженерная защита окружающей среды

Краткий курс лекций

Брянская область,

2021 г.

УДК 502/504 (07)

ББК 20.18

В 19

Василенков, С. В. Инженерная защита окружающей среды: краткий курс лекций / С. В. Василенков, В. Ф. Василенков. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 58 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы охраны окружающей среды при строительстве водоёмов прудов, мелиоративных систем осушения и орошения, очистных сооружений, а также проблемы загрязнения почв, утилизации отходов, и защиты от шума, вибраций, электромагнитных полей. Пособие предназначено для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

Рецензент: к.т.н. Ивченко Л.В.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссии института Энергетики Природопользования Брянского ГАУ, протокол №2 от 28.09.2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021
© Василенков С.В., 2021
© Василенков В.Ф., 2021

Содержание

Лекция 1_ ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	4
Лекция 2_ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ	11
Лекция 3_ ВЛИЯНИЕ ГТС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	17
Лекция 4 МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ И ОЦЕНКИ ЕЕ КАЧЕСТВА	25
Лекция 5 ОХРАНА ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	33
Лекция 6. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	40
Лекция 7. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА	51
Список литературы	57

Лекция 1

ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

§1 Предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые выбросы (ПДВ) примесей.

Максимальная разовая ПДК_{max} должна предупреждать рефлекторные реакции у людей – ощущение запаха, света, изменение активности мозга и др. при коротком воздействии примесей.

Для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного воздействия устанавливается среднесуточная ПДК_{СС}.

Если время воздействия загрязнения с концентрацией K_3 не более 20 минут, то $K_{\phi} \leq \text{ПДК}_{\text{max}}$, если $t > 20$ минут, то $K_{\phi} \leq \text{ПДК}_{\text{СС}}$.

Вещества	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	
		Максимальная разовая	среднесуточная
NO ₂	2	0,085	0,04
СО	4	5,0	3,0
Пыль неорганическая	3	0,15-0,5	0,05-0,15
Сажа	3	0,15	0,05
SO ₂	3	0,5	0,05
H ₂ S	2	0,008	-
Бензин	4	5	1,5
Безопорен	1	-	0,1 мкг/100м ³
HNO ₃	2	0,4	0,15
Свинец и его соединения	1	-	0,0003

ПДВ устанавливается для каждого предприятия для расчёта, что суммарные выбросы вместе с соседними предприятиями не превысят ПДК.

$$K + K_{\phi} \leq \text{ПДК}$$

K – концентрация загрязнителя в приземном слое воздуха, создаваемая данным предприятием;

K_{ϕ} – общая фоновая концентрация загрязнителя.

ПДВ устанавливают и для отдельных источников загрязнения и для неорганизованных выбросов, и для суммы мелких источников (вентиляционных выбросов и др.).

ПДВ газов автомобиля с бензиновым ДВС

Масса автомобиля кг	ПДВ гр./испытание	
	СО	$C_nH_m+NO_x$
До 1020	62	23,8
1020-1250	72	25,6
1250-1470	82	27,5
1470-1700	91	29,4
1700-1930	100	31,3
1930-2150	109	33,1
Более 2150	119	35

Нормы дымности газов дизелей

Расход отработавших газов dm^3/c	До 42	42-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	>200
Дымность	60	56	50	45	41	39	37	35	34

§ 2. Очистка газа от твёрдых и капельных загрязнителей

Для подбора пылеуловителя необходимо знать дисперсионный (фракционный) состав пыли и тумана, плотность, смачиваемость, адгезионные свойства, электрическую заряженность частиц удельное сопротивление.

Общая эффективность очистки:

$$\eta = \frac{K_{\text{ВХ}} - K_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{ВХ}}}$$

где $K_{\text{ВХ}}$ и $K_{\text{ВЫХ}}$ – концентрация примесей в газе на выходе и на входе пылеуловителя.

§2.1 Сухие пылеуловители

Это: циклоны, пылеосадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеуловители, электрофильтры, фильтры.

Широко распространены циклоны. Входящий газ совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру. Пыль прижимается центробежной силой к стенке циклона и попадает в бункер, где отделяется от газа при повороте газового потока в бункере на 180°.

Выпускаются цилиндрические циклоны ЦН-11, ЦН-15, ЦДК-ЦН-33 и др. для сажи ротационные пылеуловители, противопоточные пылеуловители ПРП, которые менее распространены из-за сложности конструкции; вихревые пылеуловители ВПУ, способные отводить тонкие фракции (<3-5 мкм).

§2.2 Электрофильтры

В результате воздействия рентгеновских и космических лучей, радиоактивного излучения, нагрева и др. загрязнений, газы обычно ионизированы и попадая в электрофильтр могут проводить ток между электродами. Аэрозольные частицы между коронирующим и осадительными электродами абсорбируют на своей поверхности ионы, приобретают электрический заряд и движутся к электроду с противоположным зарядом.

Отрицательно заряженные частицы движутся к осадительному электроду под действием аэродинамических и электрических сил, а положительно заряженные оседают на положительно заряженном коронирующем электроде, причем основная масса пыли оседает на положительном электроде, т.к. получает отрицательный заряд.

Выпускаются сухие электрофильтры типа УГМ и мокрые типа С. Для очистки вентиляционных выбросов от различных пылей применяют двухзольные электрофильтры ФЭ, РИОН, в которых воздух проходит зону ионизации и осаждения, а накопленная пыль смывается водой.

Для очистки вентиляционных потоков от пыли, туманов, минеральных масел, пластификаторов и др. применяют электрический туманоуловитель типа УУП.

§2.3 Фильтры

Применяются для тонкой очистки газа. Частицы примесей задерживаются на входной поверхности пористой перегородки в порах и создают новый слой пористой перегородки. Чем меньше частицы и медленнее они движутся, тем лучше они осаждаются за счет броуновской диффузии. Эффективность очистки газа зависит от инерционного эффекта, который тем больше, чем больше критерий Стокса и число Рейнольдса. Эффективность гравитационного осаждения зависит еще от критерия Фруда. Но этот эффект проявляется лишь при фильтрации аэрозоля с частицами $d=1\text{ мкм}$ со скоростью менее $0,05\text{ м/с}$.

Фильтры классифицируются по типу перегородки: с зернистыми слоями, с гибкими пористыми перегородками (ткань, войлок, волокнистые материалы, губчатая резина, пенопласт и др.); полужесткие перегородки (вязаные и тканые сетки, прессованные стружки и др.); жесткие перегородки (керамика, пористые металлы и др.).

Зернистые слои из зёрен разной формы очищают от крупных примесей – пыль от дробилок, грохотов, сушилок, мельниц и др. Например, фильтры из гравия.

Тонкую очистку дают волокнистые слои – например, войлоки из лавсановых или поливинилхлоридных волокон.

Расчет фильтров

Определяют площадь фильтра гидравлическое сопротивление, продолжительность работы фильтра до регенерации и мощность вентилятора.

$$\text{Площадь фильтра } F = \frac{Q}{60q},$$

Q – объем газа $\text{м}^3/\text{час}$, поступающего на очистку;

q – скорость фильтрации;

$$q = q_n * C_1 * C_2 * C_3 * C_4 * C_5$$

q (0.3-6) $\text{м}^3/\text{м}^2\text{мин}$ зависит от вида пыли;

- C_1 – учитывает особенности регенерации фильтра;
 - C_2 – учитывает входную концентрацию пыли;
 - C_3 – учитывает дисперсионный состав пыли (фракций);
 - C_4 - влияние t° газа;
 - C_5 - учитывает требования к эффективности очистки.
- Мощность двигателя вентилятора:

$$N = \frac{k \Delta p Q}{\eta_m \eta_v}$$

- k – коэффициент запаса;
- Δp – гидравлическое сопротивление;
- $\eta_m; \eta_v$ – КПД передачи мощности от двигателя и КПД вентилятора.

§2.4 Мокрые пылеуловители

Высоко эффективны при очистке от мелкой пыли с $d_r = 0.3-2$ мкм и в случае горючих и взрывоопасных газов. Недостатки: образование шлама, вынос влаги в атмосферу, необходимость в оборотных системах подачи воды.

Частицы пыли осаждаются на поверхности капель жидкости и пленки жидкости. Силы, действующие на частицы – силы инерции и броуновского движения, турбулентная диффузия, взаимодействия электрически заряженных частиц, процессы конденсации, испарения и др. очень важен фактор смачиваемости частиц жидкостью.

По конструкции делаться: на скрубберы Вентури, форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного типа, барботажно-пенные аппараты и др.

Скрубберы Вентури широко распространены при очистке аэрозолей с частицами $d=1-2$ мкм при начальной концентрации примесей 100 г/м³ с расходом газа до 80000 м³/ч. Удельный расход воды на орошение $0,1-6$ л/м³. Хорошо очищаются газом с туманами, частицы $0,3$ мкм.

В форсуночных скрубберах загрязнённый газ направляется на зеркало

воды, где очищается от крупных частиц, затем поднимается в верх на встречу потоку капель, выходящих из форсунок. Эффект повышается при $d_r > \text{мкм}$.

В центробежных аппаратах частицы пыли отбрасываются на пленку жидкости центробежными силами при вращении газового потока.

Аппараты ударно-инерционного типа работают по принципу осаждению частиц пыли на поверхности жидкости при повороте загрязнённого газа на 180° . Наилучшее очищение от частиц $d_q > 20 \text{мкм}$.

В барботажно-пенных аппаратах газ проходит через отверстия в решетке и барботируется через слой жидкости и пены, очищается от частиц пыли за счет осаждения ее на внутренней поверхности газовых пузырей. Очищаются и мелкая пыль. Недостатки: засорение решёток, чувствительность к неправомерности подачи газа под решётки.

§2.5 Туманоуловители

Применяются для очистки от туманов кислот, щелочей, и других жидкостей. Используются волокнистые фильтры. Туманоуловители бывают низкоскоростные $\omega_{\text{ф}} < 0,15 \text{ м/с}$ в которых капли осаждаются за счет диффузии и высокоскоростные $\omega_{\text{ф}} = 2-2,5 \text{ м/с}$, где осаждение идет под действием инерционных сил.

Жидкость, осевшая на волокнистом фильтре, стекает в стакан и сливается. Применяют стекловолокно или полимеры – лавсан или полипропилен.

Наибольший эффект отделения капель туман от газа достигается на двухступенчатых туманоуловителях. Первая ступень – из тонких волокон работает при скорости фильтрации $0,05-0,2 \text{ м/с}$ на низкоскоростных туманоуловителях или $2-2,5 \text{ м/с}$ на высокоскоростных. Вторая ступень – сетчатый брызгоуловитель – для улавливания крупных капель.

§2.6 Термическая нейтрализация

Если имеются горючие компоненты – газы, пары, сильно пахнущие вещества, высокая температура, свободный кислород применяется термиче-

ская нейтрализация примесей. Широко распространена из-за простоты низкой стоимости и других качеств. Применяется для выбросов органического происхождения, но без серы, фосфора, галогенов.

Термическая нейтрализация осуществляется в виде прямого сжигания в пламени при $t = 600-800^{\circ}\text{C}$, каталитического сжигания при $t = 250-450^{\circ}\text{C}$ и термического окисления.

Пример прямого сжигания – сжигание углеводородов непосредственно в факеле (в горелке), сжигание в камерных дожигателях отходов лакокрасочных цехов.

Термическое окисление применяют, когда отходящие газы имеют высокую температуру, но не хватает воздуха или же газы нагревают до точки воспламенения, кислород подводят воздуходувкой вентилятором.

Каталитический метод основан на взаимодействии с загрязнителем добавленных в смесь катализаторов, в результате чего образуются вещества, распадающиеся на нетоксичные продукты. Каталитические методы очистки применяют и для нейтрализации выхлопных газов автомобиля.

Лекция 2

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Выделяют загрязнение пестицидами, загрязнение через атмосферные осадки, радиоактивные и канцерогенные загрязнения, микробиологические загрязнения.

Загрязнение пестицидами

В с/х производстве, производстве продуктов питания и других сферах все более широко применяют различные химические средства, которые вызывают у живых организмов отравление. Например, азотистые удобрения и гербициды – хлорат натрия накапливается в овощах. Находясь в металлических банках эти вещества разъедают метал и люди отравляются оловом. После войны широко применяли ДДТ (дуст), но с 1970 г. его запретили, он оказался канцерогеном. В мире насчитывается более 10 000 пестицидных препаратов. Отказаться от применения химических веществ нельзя, т. к. по данным ООН в мире ежегодно от членистоногих микробов и грибов гибнет более 33 млн. тон или 20% урожая зерна. Сейчас возглавляют надежды на искусственное создание условий. В которых паразиты выращиваемых культур отсутствовали бы.

Например, яблони и груши, растущие в лесу, мало страдают от плодоярки, огнёвки и др. паразитов, их корни не подгрызают мыши, а в культурных садах это встречается часто. В естественных условиях растения находят себе защитников среди других растений и насекомых. В культурных биоценозах этого не происходит, т.к. там эти растения изгоняются человеком как сорные с помощью химии.

Внесение химических элементов (даже удобрений) в почву иногда отрицательно влияет на нее, т.к. меняются обычное соотношение многих макро- и микроэлементов. Например, внесение аммиачной селитры резко уменьшает содержание микроэлемента меди в растении. Излишек калия переводит в нерастворимое состояние соли магния, марганца, кальция, натрия, бора.

В почве наблюдается накопление загрязнителей – первичных пестицидов, а также синтез новых вредных веществ.

Загрязнение через атмосферные осадки

Осадки в виде дождя и снега представляют собой слабые растворы солей, в которых содержится от 3-4 до 30-60 мг/л минеральных веществ. Они ежегодно приносят в почву 50-150 кг/га различных веществ. При этом осадки являются санитарами атмосферы. Но когда атмосфера сильно загрязнена. Они причиняют вред почве, перемещая атмосферные загрязнения в почву. Особенно сильно загрязняются почвы возле крупных городов и промышленных объектов. Здесь осадки могут воздействовать на почву как неочищенные промышленные стоки. Так из-за загрязнения атмосферы сернистым газом и другими оксидами, растет кислотность атмосферных осадков, которые закисляют почвы.

Радиоактивные и канцерогенные загрязнения

Почва обладает способностью накапливать радиоактивные вещества, поступающие в нее с радиоактивными отходами атомных энергетических установок, использующих радиоизотопы, а также с радиоактивными атмосферными осадками. Такие загрязнения из почвы поступают в растения. Некоторые растения испытывают повышенную любовь к тем или иным изотопам. В чесноке, например, содержится урана в десятки раз больше, чем в почве, гречиха улавливает и накапливает стронций. По содержанию радиоактивных веществ первое место принадлежит бобовым культурам, второе – корнеплодам, третье- злаковым. Радиоактивные вещества, включаясь в пищевые цепи, поражают живые организмы. Эти поражения могут быть наследственными, т.е. опасными для здоровья будущих поколений.

Канцерогенные вещества создают определенный фоновый уровень в почве и других объектах внешней среды. К канцерогенным относят такие физические, химические и биологические вещества, которые способствуют возникновению опухолевых заболеваний у животных и человека. Наибольшее распространение из них имеют полициклические ароматические углеводороды (ПАО). В эту группу входят до 200 веществ, в том числе бензапирен

(БП), 7-12 диэтилбензантрацен, дибензантрацен, 3-4 бензфлуорантен и другие. Определённая роль возникновения фонового уровня канцерогенов принадлежит вулканическим извержениям. Вулканы выбрасывают за год около $3 \cdot 10^9$ т вулканического пепла, 0,04% которого (около 1 млн. т.) составляют органические соединения (в них 1/3 падает на углеводороды). Помимо вулканов фоновый уровень канцерогенов связан с их синтезом некоторыми микроорганизмами и растениями.

Мощными антропогенными источниками загрязнений почвы канцерогенами являются выхлопные газы самолетов, автотранспорта, выбросы промышленных предприятий, тепловых электростанций, котельных и др. В почву они попадают вместе с крупными и мелкодисперсными полевыми частицами, на которых абсорбируются канцерогены, а также при утечке нефти, продуктов ее переработки и др.

Микробиологическая загрязненность

Почва, как среда обитания многочисленных бактерий, плесневых грибов, вирусов и др., может быть источником опасных инфекционных заболеваний (сибирской язвы, газовой гангрены, столбняка, ботулизма и др.). Бактерии, их возбудители остаются жизнеспособными в отдельных почвах целые десятилетия. Возбудитель сибирской язвы – сибиреязвенная палочка, попадая с экскрементами больных животных в почву, сохраняется в ней годами. Животные, поедая корм, загрязнённый этой палочкой заражаются. Люди заражаются при соприкосновении с зараженной почвой или от больного животного. В некоторых почвах встречаются возбудители ботулизма – тяжелого пищевого отравления. Палочки его из почвы попадают на овощи, ягоды, грибы и т.п. При благоприятных анаэробных условиях споры их превращаются в вегетативную форму, продуцирующую яд, который по силе превосходит другие бактериальные и химические яды.

Газовая гангрена появляется при проникновении спор с загрязненной почвы в поврежденные ткани живого организма. В почве могут находиться

также возбудители многих других инфекций – брюшного тифа, дизентерии, бруцеллеза, туляремии, чумы. Они обычно попадают в почву с нечистотами, выделениями больных и др.

Опасны также отдельные виды актиномицетов, вызывающих микозы, а также микробактерии – возбудители туберкулеза, дифтерии и др. Почва может быть местом инфицирования мух, цикл развития которых происходит в земле и отбросах. Мухи распространяют кишечные и другие инфекции.

Велика роль почвы в распространении гельминтозов, связанных с внедрением в организм человека паразитирующих червей-гельминтов; почва является субстратом, в котором протекает их развитие.

Вместе с тем фильтрационные свойства почвы позволяют использовать ее в качестве очищающей среды (например, для очистки сточных вод).

Нормирование загрязнений почвы

ПДК веществ в почве отличаются от ПДК их в атмосфере и водоёмах, т.к. прямое поступление вредных веществ из почвы в организм человека не велико (при обработке почвы, почвенная пыль, игра детей в песочнице т.д.), поэтому при нормировании учитывается главным образом последствия вторичного загрязнения через растения и животных. ПДК для пестицидов: гексахлоран – 1 мг/кг, ДДТ 0,5, карбарил 0,05, карбафост – 2, полихлорпилен – 0,05. Необходимо нормирование солей тяжелых металлов (свинец, мышьяк) и микроэлементов (молибден, цинк, бор, ванадий) и др.

Оценка санитарного состояния почв производится по комплексным гигиеническим показателям, которые включают химическое, бактериологическое, энтомологическое и гельминтологическое загрязнения. В качестве химического показателя используется санитарное число, бактериального – титр кишечной палочки. Санитарно-гельминтологического – число яиц гельминтов в 1 кг почвы, а санитарно-энтомологический – наличие личинок и куколок мух в 0,25 м² ее поверхности. Сильно загрязненная почва содержит 25 личинок и куколок мух, более 100 яиц гельминтов, коли-титр ниже 0,001, санитарное число ниже 0,7.

Рациональное использование и меры по охране почв

В отличие от атмосферы и воды самоочищение почв почти не происходит. Токсические вещества, накапливаясь в почве приводят к изменению ее химического состава.

Одним из результатов техногенной миграции является постепенное ожелезнение земной поверхности. Ежегодно выплавляется 0,5 млрд. т. железа, потери его в результате коррозии, и стирания и т.п. достигают ¼ этого количества. Ожелезнение почв приводит к связыванию агрессивных органических кислот в малоподвижные компоненты. Сдерживанию подзолообразования.

Важным в области охраны почв и их рационального использования является предотвращение их загрязнения. Промышленные отходы требуют для своего захоронения пригодные земли, поэтому нужно внедрить безотходные технологии и полностью использовать отходы. Имеется опыт эффективного использования их для выпуска строительных материалов, удобрений, вторичного сырья, переработка отходов в продукты металлургической промышленности, сельского хозяйства. Большая часть производственных и бытовых отходов в настоящее время уничтожается, захороняется или складировается в отвалах. Во избежание ущерба почве и природе в целом, отвалы размещаться на участках с низкими отметками, во впадинах. Шлакоаккумуляторы, навозоаккумуляторы должны иметь не фильтрующее основание.

Призвана сохранять плодородие земель и рационально их использовать мелиорация. С помощью мелиорации перестраивается самоуправляемая экосистема в управляемую многокомпонентную агроэкосистему. Наиболее эффективный способ использования земли – орошаемое земледелие.

Важнейшим условием рационального использования земель является рекультивация почв, разрушенных в процессе их не с/х использования.

Основные способы борьбы с загрязнениями почвы в общем те же, что и с загрязнением атмосферы и воды. Специфическими являются приемы сжигания, утилизации и захоронения мусора, строительство мусороперерабатывающих заводов, выпускающих продукцию из отходов.

Мусороперерабатывающие заводы должны создаваться во всех городах с населением более 400 000 человек. На предприятиях должны внедряться аппараты для дробления мусора и последующего его сплава через канализационную сеть.

Существующие способы обезвреживания отходов делятся на 2 группы – ликвидационные и утилизационные. К первой группе относятся захоронения мусора на свалках, преимущественно неконтролируемых (на свалки вывозится 80% отходов) и сжигание отходов в специальных установках. Распространение свалок нарушает санитарно-гигиенические нормы, там размножаются грызуны, могут загрязняться грунтовые воды и открытые водоемы. На свалках часто возникают пожары. Одна городская свалка под Вашингтоном тлела 20 лет. Сжигание отходов наиболее дорогой и опасный метод их переработки (всего сжигается 20% отходов) и сопровождается выделением в атмосферу токсических веществ.

Утилизационные методы, использующие составные части мусора в качестве вторичного сырья, горючих материалов и органических веществ, также дорогие и трудоёмкие.

Любая утилизация мусора предполагает ее сортировку по свойствам и видам и затем дифференцированную обработку: органическая часть компостируется (биотермический способ их обезвреживания), вторичное сырьё (металлом, бумага, тряпье) поступает в регенерацию, горючая часть мусора сжигается, а тепло используется для получения электроэнергии. Зола и шлаки употребляются для создания асфальтовых дорожных блоков, для засыпки выемок грунта и др. Иногда мусором засыпают отработанные карьеры, эродированные участки, которые потом застраиваются.

В последние годы применяется пиролиз – производство газа и нефти из органических частей отходов при помощи высокотемпературной возгонки. При пиролизе не образуется никаких загрязнений, т.к. перегонка производится в закрытых сосудах.

Лекция 3

ВЛИЯНИЕ ГТС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

При осуществлении работ по водному благоустройству изменяется природа и хозяйство прилегающих территорий. Из создаваемых водных объектов – водохранилищ, прудов, каналов, мелиоративных систем и др., наибольшее воздействие на природу оказывают водохранилища. Водохозяйственные системы и отдельные ГТС должны противостоять неблагоприятным погодным условиям и быть надёжными и фундаментальными:

1) нужно предусмотреть возможность приспособления к меняющимся водохозяйственным задачам, выполняя природоохранные мероприятия, реконструирование;

2) нужно учитывать задачи долгосрочного развития хозяйства данной территории;

3) ограничивать антропогенное воздействие на природу посильными для нее рамками.

Под воздействием крупных водохранилищ происходит:

1) изменение природы на прилегающей к нему территории в размерах соизмеримых с площадью водохранилища;

2) изменение природы долины реки ниже гидроузла иногда на сотни и тысячи километров;

3) изменение природы устьевых зон моря иногда на несколько тысяч км²;

4) изменение природы речных долин, при дольных, а иногда и водораздельных территориях;

5) влияние водохранилищ на природу по средствам каналов, питающихся водой из водохранилищ при переброске части речного стока. Площадь влияния до сотен тысяч га.

Развитие природы искусственного водоема идет по 4 стадиям:

1. Возникают новые ландшафты под влиянием изменения площади зер-

кала, ветрового волнения, уровня воды, скоростей течения, обрушения берегов и т.п. Стадия заканчивается пространственным расселением высшей водной растительности.

2. Водохранилища формируются окончательно, отрабатываются отмели, мелководья, зарастают водной растительностью стабильного состава.

3. Берега находятся в равновесном состоянии, возрастает роль твердого стока впадающих рек, форма водоема становится овальной, вытянутой в плане.

4. Водохранилища отмирает или превращается в болотный массив с четко выраженным руслом реки в результате накопления наносов и последующего их зарастания, образования сплавин.

Таким образом малое водохранилище сначала превращается в озеровидный водоем с установившимся режимом и устойчивой экосистемой, которая постепенно перерождается в болотный ландшафт.

Первые две стадии длятся 40-50 лет, в этот срок водохранилища эффективно используются, далее нужна реконструкция.

Новые ландшафтные связи возникают и на побережьях, где изменяются гидрологические, гидрогеологические, климатические и почвенно-растительные характеристики суши. Границы воздействия располагаются на разных расстояниях от водохранилища в разные периоды года, т.е. они подвижны.

Создание водоемов подтапливает берега, создавая подпор грунтовых вод, уменьшается скорость движения грунтовых вод, повышается уровень. Этот процесс наиболее интенсивен в первые годы (4-5 лет). Подпор распространяется до водораздела между двумя различными речными бассейнами.

Одно из следствий подпора – подтопление земель и изменение водного режима почв, свойств почв, растительности и животного мира, микроклимата и рельефа (возможно в худшую сторону).

Изменение микроклимата по мере удаления бывает постоянным, переменным и эпизодическим. Эти изменения связаны с изменениями радиаци-

онного баланса и с большей теплоемкостью воды по сравнению с сушей. Весной водохранилище охлаждает прилегающую сушу, а осенью – отепляет. Увеличивается влажность воздуха на 15-18%, уменьшается суточная амплитуда температур. Безморозный период увеличивается на 7-20 дней.

Обширное водное пространство обуславливает разную скорость ветра над сушей и водой. Над водой скорость выше на 20-60% по сравнению с побережьем, поэтому ветер разворачивается по длине волны.

Облачность днем скапливается над побережьем (к воде идут нисходящие токи воздуха), ночью наоборот больше облачность над водой (восходящие токи воздуха). Поэтому летом на побережье количество осадков на 10-20% больше.

Зимой на крупных водохранилищах (Красноярская, Вилюйская), где есть незамерзающие полыньи, возникают туманы, летом дополнительные туманы не возникают.

Замедление водообмена (до 10 раз) в водохранилищах способствует развитию сине-зеленых водорослей, цветение воды – отсюда заморы рыбы, ухудшаются условия водоснабжения.

Предотвращение и уменьшение негативных изменений в природе,
сопровождающих преобразование водных ресурсов

При создании водохранилищ происходит отчуждение земель на затопление и на размыв, и обрушение берегов, а иногда и на подтопление. Села и города переноситься на другие места. Мелководье (а они достигают на Волге и Днепре до 20-30% зеркала) отчленяются дамбами и создаются польдеры.

Для уменьшения переформирования берегов водохранилищ их крепят волноломами, каменной наброской, намывом берегоукрепительных пляжей.

Лучше создавать водохранилища на отработанных карьерах, выработанных торфяниках, малых озерах, болотах и небольших реках, затапливая малоценные земли. Эффективно создавать водохранилища в горах.

При создании малых водохранилищ необходимо вымывать плодород-

ный слой из затопляемого ложа, отчленять мелководье дамбами, выполаживать берега, проводить лесомелиорацию берегов.

Огромен ущерб от наводнений вызванных прорывом дамб и плотин. 35% аварий происходит из-за малой пропускной способности водосбросов, 25% - в следствии повреждения основания плотин, 40% - ошибки в проектировании, строительстве, эксплуатации.

При освоении водных и земельных ресурсов речных пойм требуется проведение противопаводковых мероприятий:

1) аккумулярование максимального стока специальными противопаводковыми мероприятиями, отвод максимального стока в водоемы – накопители каналами и насосными станциями, освобождение емкости водохранилища перед паводком;

2) обвалование рек;

3) русловыправительные работы;

4) подсыпка понижений на пойме, дренирование земель;

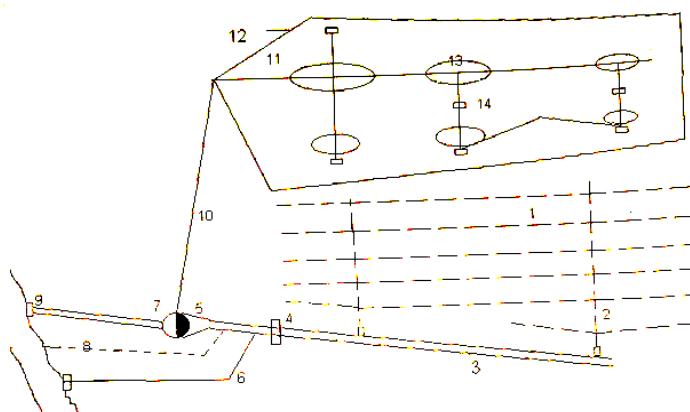
5) создание в городах ливневой канализации с отводом воды в замкнутые емкости;

6) ликвидация ледовых заторов;

7) строительство дамб против нагонных явлений в устьях рек.

Инженерные мероприятия дополняются организацией рационального хозяйствования.

Использование малопродуктивных земель в природоохранных целях



Летний и раннеосенний дренажный сток недостаточно разбавлен и его направляют в аванкамеру 5 и насосную станцию по трубопроводу 10 в трубы – разбрызгиватели 14, на малопродуктивные земли 11, которые переувлажняются, в том числе и из реки по трубе 8. Поверхностный сток с малопродуктивных земель 11 исключаются дамбой 12. В местных понижениях организуются пруды 13 с уплотненным дном для сбора вод местного стока. Так создается угодья для охотничьего хозяйства и улучшается ландшафт конкретного района.

Рыбозащитные мероприятия

1. При использовании пойм под луга и пастбища нужно для защиты оставшейся после поводка рыбы предусмотреть в проектах глубину воды в канале менее 1 м, а площадь водного зеркала всех каналов не менее 0,5-0,7% от обвалованной площади.

2. Насосные станции оборудуются рыбозаградителями.

3. Нужно устраивать летние дамбы, чтобы открыть дорогу рыбе на нерест в пойму весной.

4. На рыбоводных прудах устанавливать шлюзовые водовыпуски вместо донных с большими перепадами уровней, где рыба травмируется.

5. Главный путь восполнения запасов рыбы – создание прудов на гидрографической сети, на месте карьеров, верховых болот.

6. Расположение водозаборных оголовков в местах и на уровне с наименьшей концентрации молоди рыб.

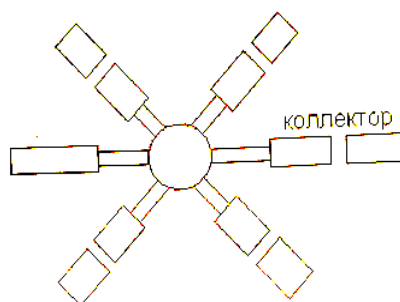
7. На реках при устройстве плотины сооружать рыбоходы, рыбоподъемники и др. рыбопропускные сооружения.

8. Создание искусственных нерестилищ из песка и гальки, строительство рыбоводных заводов.

Организация водооборота в пределах поля

На заболоченных участках, с которых трудно удалять воду, устраивают колодец-накопитель на коллекторе дренажной системы, состоящей из верти-

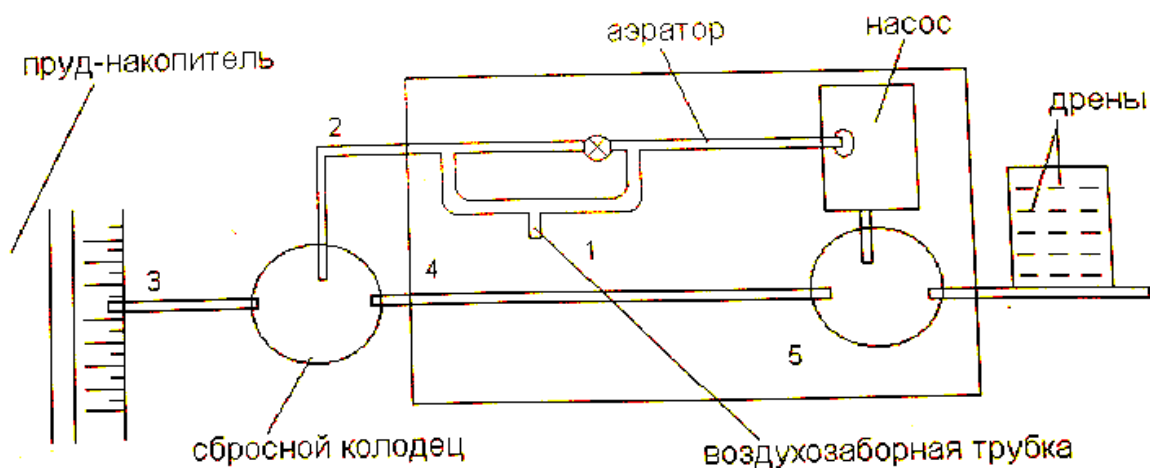
кального колодца и лучевых трубок большого диаметра.



Дренажная вода, накапливаемая в колодце, используется на орошение и вымытые удобрения возвращаются в почву.

Аэрация сточных и дренажных вод

Аэрация воды приводит к ее осветлению в результате разложения органических веществ и увеличивает самоочищающуюся способность потока воды.



При работе насоса в аэраторе образуется вакуум и засасывается воздух через трубку 1. При работе насоса часть воды из трубы 2 сбрасывается по трубе 3, другая часть по трубе 4 возвращается в приемный колодец 5. Образуется частичный водооборот, позволяющий более полно насыщать воду воздухом.

Строительство ГТС для улучшения мест обитания рыбы

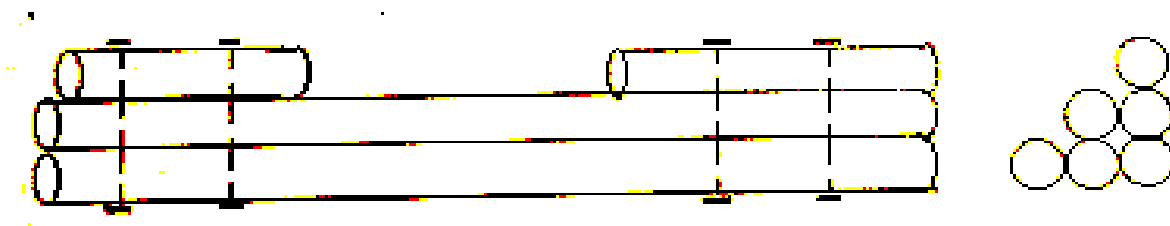
Наиболее часто используют отражатели потока, подпорные сооружения (запруды, водосливы), береговые укрытия, размещение валунов в русле, устройство преград из бревен, мусороуловителей, единичных габионов, выемку грунта для устройства заводей, сооружение блоков и преград для бобров.

Отражатели потока для увеличения скорости воды, изменение направления тока воды, увеличение соотношения заводей и стремнин.



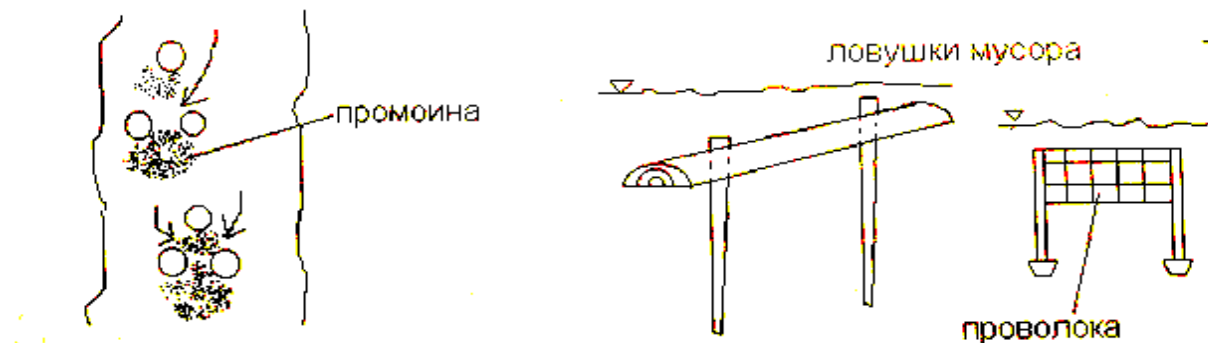
Запруды (подпорные сооружения) углубляют заводи, создают новые, улавливают тонкие наносы на притоках, подпирают уровень в водопропускных трубах для прохода рыбы, замедляют течение для осаждения органических остатков. Бывают в виде каменной наброски, бревен (широко распространены).

Бревенчатая запруда



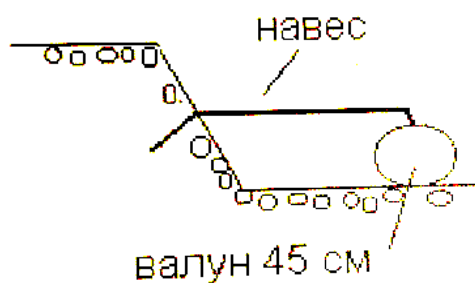
Может быть из одного, двух, трех и более бревен.

Размещение отдельных валунов, куч и гряд из булыжника создает укрытие для рыб, улучшает соотношение заводей и перекатов, восстанавливают меандры и плесы на канализированных участках, защищают берега.



Ловушки мусора и барьеры образуют заводи, создают укрытия для рыб, замедляют скорость течения воды.

Прибрежные укрытия – это бревенчато-щитовые навесы, козырьки из металла и стеклопластика для укрытия рыбы.



Укрытие для рыб можно сделать из каменной наброски диаметром 10-80 см. у берегов из не окатанных камней.

Лекция 4

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ И ОЦЕНКИ ЕЕ КАЧЕСТВА

Различают две группы методов очистки: регенеративные и деструктивные. Первые применяют для извлечения из воды содержащихся в ней веществ. Например, сточные воды газогенераторных станций содержат значительное количество фенолов и уксусной кислоты, которые могут быть извлечены в свободном виде и снова использованы. Тем самым достигаются две цели: очистка воды и утилизация ценных веществ. Ко вторым относят методы, при которых загрязняющие вещества подвергают разрушению путем окисления или восстановления. Продукты разрушения удаляются из воды в виде газов или осадков. Сюда относятся и биологическая очистка в искусственных (аэротенках, биофильтрах) или естественных сооружениях (полях орошения, биологических прудах и др.).

При решении вопроса о применении того или иного метода с начала определяют химический состав и особенности использования очищенной воды.

Поскольку воды могут содержать питательные элементы, минеральные соли, различные специфические вещества, а вода, используемая для орошения, должна отвечать определенным требованиям, нужна специальная система подготовки. В эту систему входит регулирующее сооружения, отстойники, биопруды, разбавляющие емкости, устройства для внесения минеральных удобрений в поливную воду и т.д.

Различают механическую, физико-химическую и биологическую очистку.

Механическая очистка

Проводиться с целью удаления содержащихся в сточных водах нерастворимых загрязнений. Для этого используют решетки, песколовки, гавиеловки, отстойники. Для очистки от легких по сравнению с водой, веществ (жиров, смол, нефтепродуктов) применяют жироловки, нефтеловушки и другие аналогичные сооружения. Решетки задерживают крупные предметы и

взвешенные вещества. Их устанавливают на всех очистных станциях. Мусор с решёток поступает на дробилки, а после размельчения его сбрасывают в приемные резервуары.

Песколовки применяют для выделения из сточных вод песка, металлических частиц, шлака и т.п.; их размещают после решёток. Они рассчитаны на время пребывания воды от 0,5 до 2 минут и скорость движения от 0,3 до 0,15 м/с.

Отстойники предназначены для очистки сточных вод от взвешенных веществ. В зависимости от требуемой степени очистки их используют либо для предварительной очистки воды перед ее подачей на другие сооружения, либо как самостоятельное средство очистки. Различают также первичные и вторичные отстойники, первичные устанавливают перед сооружениями биологической очистки, вторичные для осветления сточных вод, прошедших такую очистку. Они могут быть горизонтальными, вертикальными и радиальными. Скорость течения воды в отстойнике «V» и время отстаивания «T» определяют:

$$V = Q/\omega ; \quad T = L/v$$

ω – живое сечение отстойника;

L – длина отстойника.

Для осаждения яиц гельминтов расчетную скорость принимают не более 1 мм/с, а время отстаивания до 2 часов.

Время, мин.	Отстойники, % дегельминтизации сточных вод		
	горизонтальные	вертикальные	радиальные
30-60	9-70	30	75
60-90	70-80	69-80	-
90-120	80-85	-	-
120-180	85-95	83-95	-

Физико-химическая очистка

Основана на применении различных реагентов, способствующих выделению в осадок нерастворимых веществ, переходу растворимых веществ в нерастворимые, изменяющих реакцию сточных вод. Такой очистке подвергаться промышленные сточные воды. Например, стоки, содержащие соли хрома, обрабатывают гидросульфитом $\text{Na}(\text{NaHSO}_3)$ или сульфатом железа FeSO_4 в щелочной среде с последующим удалением осадка гидроксида хрома $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

Физико-химическим методам очистки относится процесс окисления фенолов и других органических веществ кислородом воздуха в присутствии катализаторов.

Биологическая очистка

Основана на том, что мелко раздробленная взвесь, коллоидные и растворение вещества разрушаются в процессе жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Этот метод применяется как в искусственных (биофильтры, аэротенки, вторичные отстойники), так и в естественных условиях (на полях фильтрации, оросительных системах, биологических прудах, боксах-прудах).

При очистки сточных вод, как правило, отделяют твердую фазу от жидкой, затем ее обрабатывают в аэробных или анаэробных условиях. При аэробных условиях создается активный ил, активная пленка, при анаэробных – сброшенный осадок. Биоокисление в искусственных условиях осуществляют с использованием микроорганизмов, прикрепленных к материалу загрузки фильтра (биофильтры), или свободно плавающих в воде (аэротенки).

В биофильтрах сточную воду фильтруют через крупнозернистый материал, покрытый биопленкой, образованной колониями микроорганизмов.

Аэротенк – это сооружение, где активная биомасса (слой хлопьев ила) находится в воде в свободном состоянии. В качестве окислителя используется кислород-воздуха подаваемый под давлением в жидкость. Происходит окисление растворенных минеральных и органических веществ, съедание их

микроорганизмами. После биохимического окисления органических веществ микроорганизмы подаются во вторичные отстойники, где отделяются. Различают аэротенки по гидравлическому режиму: непрерывного и периодического действия. Аэротенки непрерывного действия бывают полного смещения и вытеснения.

Осветленная во вторичных отстойниках вода после дезинфекции подается на поля орошения, а микроорганизмы запахиваются при самотечном орошении.

В аэротенках количество взвешенных веществ уменьшается на 90-95%, азота – на 40%, фосфора на 30%, калия на 20%. В аэротенках происходит и частичное удаление тяжелых металлов.

металл	Cr	Fe	Cu	Zn	Ni	Pb	Co	кадмий	мышьяк	ртуть
Степень очистки	80	80	80	70	80	75-80	50-60	60	60	50

Естественная очистка

При естественной очистке сточные воды, поступающие в почву, окисляются микроорганизмами. Углеводороды окисляются до CO_2 и H_2O , белковые вещества до нитратов. Загрязняющие вещества также служат пищей для микрофлоры.

Биологические пруды бывают 2 типов: окислительные (аэробные) и восстановительные (анаэробные). Процесс очистки в них связан с жизнедеятельностью растительного и животного планктона. По способу эксплуатации они подразделяются на проточные, контактные и накопительные пруды.

Проточные бывают одиночными и в виде каскада.

Контактные пруды заполняются, и освобождаются периодически. В каждой секции вода находится 7-10 суток, за тем поступает на орошение.

Пруды-накопители предназначены для приема биологически очищенных сточных вод и используются для устранения суточной неравномерности поступления воды.

Поля фильтрации – специально подготовленные участки земли, предназначенные для биологической очистки воды. Их устраивают или как самостоятельные очистные сооружения, или путем выделения резервных участков на ЗПО. Поля фильтрации не используются для выращивания с/х растений. Стоки попадают в специальные борозды, где и очищаются.

При почвенных методах очистки органические вещества окисляются в условиях аэриоза с активным участием флоры и фауны. Биоценоз почвы после попадания сточной воды складывается из бактерий, грибов, водорослей, простейших и беспозвоночных животных, бактериальной флоры сточной воды. Основные биохимические процессы окисления протекают в верхнем слое почвы толщиной 40 см. наиболее обильном микробами. Заселенность почвы самая высокая в 10 см. слое (на 1 г сухой почвы – 10^{10} микробов).

Бактерии минерализуют органическое вещество, водоросли продуцируют кислород, а простейшие уничтожают избыток бактерий. Дождевые черви, личинки жуков взрыхляют почву, перерабатывают трудно расщепляемые органические вещества (целлюлозу, хитин, каротин).

Методы оценки качества воды

Степень загрязнения воды определяют по БПК (биологическая потребность в кислороде). Под этим понимают количество кислорода (мг), требуемое для окисления (в результате биологических процессов) за определенное число суток углерода и водорода органических веществ, содержащихся в 1 литре воды.

Различают полное биологическое потребление кислорода до начала нитрификации – БПК₂₀ (20 суток) и частичное БПК₅ (за 5 суток). Вместе с тем в воде встречаются нерастворимые соединения, в состав которых входят азот и сера. Поэтому более точно степень загрязнения можно определить по значению ХПК (полная химическая потребность в кислороде), ее называют также бихроматной окисляемостью.

Для точной оценки качества оросительной воды нужно знать и такие

показатели – общая минерализация, соотношение катионов, величину рН. Важно выявить наличие специфических органических загрязнений, ионов меди, цинка, кобальта, молибдена и др., которые в небольших количествах необходимы для жизни животных и растений, при избытке переходят в разряд тяжелых металлов, загрязняющие окружающую среду.

Уровень загрязнения сопоставляют с официально утверждёнными предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Рассматривая, количественный и качественный состав растворенных солей, анализируют прежде всего возможность засоления почв или их осолонцевание. Согласно А.Н. Костякову пределом содержания отдельно взятых солей для хорошо проницаемых почв являются: Na_2CO_3 – 1г/л, Na_2SO_4 – 5 г/л, NaCl – 2 г/л.

На практике считают хорошей водой – 0,5 г/л солей. При 3 г/л вода опасна для использования, а концентрация 4-5г/л – предельна. Наиболее токсичны для растений карбонаты и бикарбонаты щелочей, особенно натрия, а также хлориды и нитраты щелочей, менее токсичны сульфаты натрия и магния и неопасны совсем сульфаты кальция и карбонаты Са и Mg.

В нечерноземной зоне России на дерново-подзолистых и дерново-глеевых почвах с типичной кислой и слабо кислой реакцией предельными показателями являются рН 6-8,5; сухой остаток – 5г/л; прокалённый остаток 3 г/л; катионы Ca^{2+} до 500 мг/л; Na^+ до 500; анионы HCO_3 до 500; SO_4 до 500; Cl до 200; CO_4^{2-} до 150; азот общий до 250; аммиачный до 150; калий 250; бихроматная окисляемость во вневегетационный период до 3000, в вегетационный период – 2000 мг/л.

Чтобы предотвратить засоление при орошении сточными водами на черноземах и каштановых почвах минерализация ограничивается 2г/л при хорошем соотношении катионов. Если натрий преобладает над кальцием и магнием и близкими грунтовыми водами, то 1,5 г/л.

Соотношение катионов Na^+ : ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) особенно важно для без карбонатных почв наиболее подверженных осолонцеванию. На тяжелых кашта-

новых и чернозёмных почвах это соотношение должно быть 3:1, если минерализация до 1 г/л, и 2:1 если минерализация – 2 г/л.

Общая концепция солей для почв	ПДК, мг/л
легких	5000
средних	3000
тяжелых	1500
азотсодержащие соединения по общему азоту	250 кг за вегетацию
ацетон	40
барий	4
бор	0,5
вольфрам	10
детергенты	35
ддт	0,5
железо	20
капролактамы	200
кобальт	1
магний	300
марганец	1
медь	2
метанол	200
метилловый эфир метакриловой кислоты	50
мышьяк	0,2
никель	0,5
нитраты	0,5
карбонат натрия в гумидной зоне	200
карбонат натрия в аридной зоне	100
нитрил акриловой кислоты	100
радониды	2
свинец	0,2-2
смолы растительные	5
сульфаты кобальта	2
сульфаты меди	7
фенол	40
формальдегид	50
хлориды	300
цианистые соединения	10
цианид калия	0,2
цинк	20

Важным показателем качества воды является содержание N, P, K, которые должны поступать в почву на уровне максимального выноса урожаем, с учётом их коэффициента использования: N – 0,6-0,7; P, K – 0,8.

Требования к воде рыбных водоёмов

1. Взвешенных веществ 0,25 мг/л для ценных рыб и 0,75 мг/л прочих.
2. Не должно быть плавающих примесей: масел, жиров, нефтепродуктов и др.
3. Нормальный запах, цвет, вкус.
4. Максимальная температура для лососевых 20°C; остальных 28°C.
5. Реакция pH 6,5-8,5.
6. Растворенного кислорода зимой 6 мг/л для ценных рыб и 4 мг/л для прочих, летом для всех рыб 6 мг/л.
7. БПК полное не более 3 мг/л.

Лекция 5

ОХРАНА ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. Пути поступления загрязняющих веществ в поверхностные и грунтовые воды и их трансформация

Потенциальными источниками загрязнения являются, прежде всего, животноводческие предприятия и бытовые стоки сельских населённых пунктов.

Особенно большое загрязнение возникает вблизи свиноводческих комплексов, при дефиците площадей пригодных для орошения.

Одним из источников загрязнения поверхностных вод является сток с удобряемых без-подстилочным навозом полей, особенно при его зимнем внесении.

Другой источник – дренажная система, устраиваемая на полях орошения и осушения для понижения уровня грунтовых вод.

Основной источник загрязнения грунтовых вод – поступление нитратов при высоких нагрузках на почву, превышающих самоочищающую способность почвы. Растения усваивают 30-70% азота, внесённого в почву. Потеря азота за счет денитрификации и выделения аммиака в атмосферу достигают 30% от внесённого количества. В грунтовые воды может поступать 30-40% азота. В навозных стоках азот содержится в органических и аммонийных соединениях. В почве органический азот минерализуется с выделением аммонийного, который окисляется до нитритов и далее до нитратов. Миграция нитратов в зоне аэрации зависит от осадков, поливных норм, коэффициента фильтрации, глубины до уровня грунтовых вод.

Напорные водоносные горизонты подвергаются загрязнению меньше. Источниками их загрязнения являются участки загрязнения грунтовых вод. В местах питания артезианские воды загрязняются через так называемые гидравлические окна или по за трубному пространству дефектных водозаборных скважин.

При поступлении в водоемы биогенные органические вещества могут вызвать токсическое действие на организмы, повысить размножение микроорганизмов, которые, потребляя кислород, обедняют им воду.

Органическое вещество, накапливающееся на дне в анаэробных условиях, распадается с образованием метана, сероводорода, аммиака. Исчезают растения чувствительные к дефициту кислорода, моллюски, рыбы. Размножаются личинки комаров. Вода приобретает неприятный запах, вкус. Водоем обладает способностью к самоочищению при небольшом и непродолжительном загрязнении до некоторого предела.

Спуск сточных вод в водоемы разрешается только после выявления максимального использования их в с/х или в оборотной системе водоснабжения. Спуск рассчитывается на 95% вероятность при определенном коэффициенте смешения. Стоки не должны быть токсичны. Максимально допустимый сброс рассчитывается на основе уровней водного баланса, учитывающего фоновую концентрацию, гидравлические особенности водного объекта, способность к самоочищению.

Негативные действия создают промышленные выбросы. При прямом воздействии выбросы в воздух попадают затем на почву, а оттуда весной в малые реки. Косвенное воздействие проявляется в ослаблении и гибели лесов, и как в следствии снижение их противоэрозионных и мелиоративных свойств. Поступление кислых осадков в водоемы с поверхностным стоком закисляет воду до $pH=4-5$: повышается смертность зародышей рыб, снижение их привеса, страдают и другие обитатели водоемов.

2. Мероприятия по охране водоемов

а) в проектах ООС предусматривать водооборотные системы с прудом –накопителем для аккумуляции и повторного использования возвратных вод (дренажных, поверхностных) на орошение. Пруд – накопитель размещают в глинистых грунтах или предусматривают экраны из глин, пленки, асфальта;

б) вдоль верховой границы орошаемого участка или комплекса – ограждающую сеть для перехвата поверхностного стока и отвода его в безопасное место;

в) вдоль низовой границы этих объектов устраивают водозадерживающие валы–каналы для перехвата загрязнённого поверхностного стока;

г) между границей ООС и водным объектам предусматривается прибрежная водоохранная зона, ширина которой устанавливается разной для конкретных случаев. Прибрежная полоса в водоохранной зоне для фиксации берега и задерживания смываемых почво-грунтов засеивается в русловой полосе водоустойчивым кустарником;

д) при поливе поливные норы следует дробить для полного впитывания без поверхностного стока за пределы участка орошения;

е) для уменьшения поверхностного стока с территорий орошения, комплексов и ферм проектировать агро-мелиоративные мероприятия – глубокое рыхление, кротование, щелевание;

ж) для равномерного распределения сточных вод на ОССВ нужно предусматривать планировку поверхности с ликвидацией замкнутых понижений;

з) на промышленных предприятиях необходимо внедрять оборотные системы водопользования, повышающие коэффициент водооборота. В стране ежегодно образуется 100 км³ стоков. Для орошения 30млн. га. нужно 300 км³ вод. Стоки тысячи мелких предприятий (мясокомбинаты, маслозаводы, кожевенное производство, сахарные заводы, хлопкоочистительные и др. предприятия) вообще не имеют очистные сооружения, сваливают отходы в балки и овраги;

и) предприятия энергетики, химии, строительной и целлюлозно-бумажной промышленности, черной и цветной металлургии выбрасывают за год в воздух твёрдых частиц до 1млрд. т. и 85% этого попадает на водосборы (кислые дожди и сухой осадок). Предотвращать это можно, внедряя прогрессивные технологии, соблюдая нормативы выбросов, сокращая выбросы;

к) для предотвращения загрязнения водоисточников минеральными удобрениями нужно: соблюдать норы внесения; складировать удобрения на специальных площадках на водоразделах; применять гранулированные удобрения; вносить удобрения равномерно по площади питания растений; при подкормках с самолёта строго соблюдать дозировку, учитывать ветер, высоту;

л) сокращать применение высокотоксичных гербицидов типа симозина и атрозина, увеличение удельного веса биологических методов борьбы с вредителями и болезнями с/х культур.

3. Мероприятия по охране подземных вод

Гидрологическое обоснование охраны подземных вод включает решение следующих вопросов:

1. Прогноз загрязнения подземных вод под животноводческими комплексами, массивами орошения сточными водами, свалками и др.

2. Прогноз качества подземных вод на ближайших от очагов загрязнения водозаборных сооружениях.

3. Оценка условий защищенности подземных вод для проектирования природоохранных мероприятий.

4. Создание сети наблюдательных скважин для контроля за состоянием подземных вод в районе очагов загрязнения.

Первый вопрос включает определение времени достижения уровня грунтовых вод сточными водами. Сравнивая это время со временем выживаемости бактерий (300 суток), можно оценить достигнуть или нет микробы уровня грунтовых вод и соответственно - возникает или нет бактериальное загрязнение грунтовых вод.

Баланс вносимых загрязнений

$$V = V_p + V_n + V_B + V_\phi$$

V – годовое количество загрязнений (кг);

V_p – количество, усваиваемое растениями;

- V_n – количество, остающееся в зоне аэрации;
 V_B – количество, переходящее в воздух;
 V_ϕ – количество, поступающее в грунтовые воды.

$$V_\phi = V - (V_p + V_n + V_B)$$

Зависимость для прогноза изменения во времени концентрации загрязняющих веществ под загрязняемой территорией имеет вид:

$$C = \frac{W_\phi C_\phi + W'_0 C_{(j-1)} + W''_0 C_0}{W_0 + W_\phi} \text{ (г/л) (*)}$$

C_j – концентрация на любой j -ый год в грунтовой воде после начала загрязнения;

$C_{(j-1)}$ – концентрация загрязнений в предыдущем году в грунтовых водах;

W_0 - общий объем грунтовых вод под массивом загрязнения.

$$W_0 = L * S * m * n$$

L и S – стороны прямоугольников;

m – мощность горизонта грунтовых вод;

n – пористость;

W'_0 - объём чистых грунтовых вод, которым частично замениться объёмом загрязненных грунтовых вод за межполивной период.

$$W'_0 = S * m * n * x_M \text{ (м}^3\text{)}$$

$$x_M = \frac{v_e}{n} * t \text{ (м)}$$

$v_e = k * i_e$ – скорость фильтрации потока;

k – коэффициент фильтрации;

i_e – уклон по гидроизогипсам;

W'_0 - объём загрязненных подземных вод, оставшихся под массивом

орошения, после их вытеснения чистыми водами в межполивной период.

$$W_0' = S * m * n (L - x_m) \text{ (м}^3\text{)}$$

W_{Φ} – общий объем сбрасываемых стоков $W_{\Phi} = W_{\Phi_1} + W_{\Phi_2} + \dots$

C_{Φ} – средняя концентрация загрязняющих веществ в фильтрующихся сточных водах.

После первого года:

$$C_1 = \frac{W_0 C_0 + W_{\Phi} C_{\Phi}}{W_0 + C_{\Phi}} (**)$$

C_0 - природное содержание загрязнения в грунтовых водах (г/л).

Например, для определения концентрации на 10-й год после начала загрязнений, сначала по формуле (**) находят C_1 на первый год, потом $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9$, т.е. до предыдущего и по формуле (*) находят C_{10} .

С учетом осадков:

$$C_i = \frac{W_{\Phi} C_{\Phi} + W_0' C_{i-1} + W_0'' C_0 + W_A C_A}{W_{\Phi} + W_0 + W_A} (***)$$

Для первого года:

$$C_i = \frac{W_{\Phi} C_{\Phi} + W_0 C_0 + W_A C_A}{W_{\Phi} + W_0 + W_A}$$

Часто можно принимать $C_A \approx 0$.

Распространение концентраций от массива загрязнений по водоносному горизонту

$$x_0 = \frac{k * i_e * 365}{n}$$

x_0 - расстояние (м/год), проходимое загрязнением вниз по потоку за год;

k - коэффициент фильтрации;

i_e – градиент потока;

n – пористость.

Если до реки от массива загрязнения расстояние равно l , то время достижения реки... равно $t=l/x_0$

x_0 – путь перемещения за 1 год (м/год).

Концентрация C на отрезке x_0 принимается по формуле (*) или (***) последовательно нарастающей по годам.

Если водозаборная скважина расположена выше массива загрязнения, подтягивание грязи к ней произойдет при $x_A > x_1$, где x_1 – расстояние от скважины до санитарного контура,

$$x_A = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot m \cdot k \cdot i_e}$$

Q – дебет скважины м³/сут.

Ниже, скважину делать нельзя.

Основными источниками бактериального загрязнения подземных вод служат поля ассенизации и фильтрации, скотные дворы, выгребные ямы, неисправные канализационные сети. Поэтому мерами борьбы являются перекрытие (изоляция источника загрязнения), а самоочищение бактериально-загрязненных вод происходит быстро.

Химические загрязнения (сточных вод, фильтрующееся из прудов-отстойников, прудов накопителей, прудов испарителей, фильтрационных прудов, золоотвалов и т.п.) проникнув в грунтовые воды самоочищаются очень медленно, особенно от нефтепродуктов и детергентов (1 литр нефти может сделать непригодными для использования в питьевых целях 100 м³ грунтовых вод, причем нефть под землей не разлагается). Химические загрязнения перемещаются по водоносным горизонтам на большие расстояния. Лучшие меры борьбы – прогнозы возможных загрязнений и профилактические мероприятия по перекрытию путей поступления загрязнений в грунтовые воды.

Лекция 6.
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Мазо А.А.

Основной причиной оскудения и деградации водных источников является их загрязнение. Существует несколько классификаций загрязняющих веществ. В самом общем виде их можно разделить на первичные и вторичные. Источником первых являются многоотраслевые материальные производства, которые по сложной совокупности причин экономики отраслевого характера используют природные ресурсы с очень малой эффективностью, выбрасывая в окружающую, в том числе и в водную среду до 98-99% этих ресурсов в виде вторичного сырья, твердых и жидких отходов, атмосферных выбросов и др. К первичному следует отнести и загрязнения водоёмов хозяйственно-бытовыми сточными водами.

В результате самоочищения или принудительной очистки воды от сбрасываемых в нее загрязняющих веществ образуются некоторые новые посторонние примеси, отличающиеся фазовым состоянием, дисперсностью, степенью деструкции. Назовем их модифицированными первичными загрязняющими веществами, к числу которых следует отнести продукты минерализации органически связанных углерода, азота, фосфора и серы соответственно в карбонаты (гидрокарбонаты), нитраты, фосфаты и сульфаты – источники эвтрофикации водоемов.

Очистка природных вод для питьевых целей кондиционирование воды для технического использования (водоподготовка) и, на конец, очистка сточных вод перед их выпуском в водные объекты охватывают ежегодно десятки кубических км. воды (примерно 1/15-1/25 суммарного стока рек европейской части страны) и представляют собой соответствующие отрасли индустрии переработки вод. Как и другим, этим отраслям сопутствуют отходы производства, которые являются вторичными загрязняющими веществами в той

или иной мере обесценивают усилия по охране водной среды. Вторичными или сопутствующими загрязняющими веществами служат реагенты, применяемые для удаления или обезвреживания отходов, а также загрязняющие вещества, образующиеся при получении энергии, без которой невозможны индустриальные способы очистки.

Разумеется, вторичные, загрязняющие вещества отличаются от первичных и по количеству, и по токсичности, и по распространению (за частую они переносятся в другие среды). Тем не менее с расширением переработки воды растет и влияние ее собственных отходов на качество водных ресурсов. Наибольшее выражение оно получило в увеличении уровня минерализации водоемов.

Массы вторичных загрязняющих веществ зависят в первую очередь от количества первичных отходов, подлежащих удалению или обезвреживанию. Кроме того, он зависит от выбора метода очистки. Под экологическим подходом к способам (технологическим процессам) очистки сточных и природных вод будет понимать выбор приемов индустриальной обработки этих вод, основанный на получении минимума вторичных загрязняющих веществ. Проблема уменьшения первичных загрязняющих веществ, которые формируются водопользователями, выходит за рамки настоящей работы.

В водной индустрии особенно важен природоохранный критерий ее функционирования. В тоже время как в любой отрасли промышленности, так и в процессах обработки воды традиционный подход к выбору оптимальной технологии заключается в определении варианта, реализуемого при минимальных приведённых затратах. Однако, оптимум экономических показателей отнюдь не гарантируют минимума вторичных загрязняющих веществ, соответствующих самой очистке. Это несоответствие можно объяснить двумя основными причинами: во первых, несовершенством ценообразования, при котором многие ресурсы являются практически бесплатными, и отраслевым подходом к их использованию (это привело к извлечению из ресурсов лишь малой доли полезных веществ), и к превращению остальных сопут-

ствующих составляющих в отходы; во вторых, условиями водоотведения, с позиции которых водный объект (приемник сточных вод) считают загрязненными только с момента, когда содержание примесей в месте водопользования а не вообще в водном объекте, превысит значение предельно допустимой концентрации (ПДК) для того или иного вида использования воды.

При экологическом подходе в соответствии с целым рядом определений, в том числе и предложенным Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), загрязняющим следует считать любое вещество, несвойственное данному водоему в количественном и качественном отношении, меняющее его фоновое состояние. Различие в водохозяйственном и экологическом подходах поясним примером. С водохозяйственных позиций водоотведение хлоридных или сульфатных вод можно осуществлять неопределенно долгое время, в такие маломинерализованные реки, как Нева или Печора. С позиции экологического благополучия этих водоемов перечисленные вещества являются загрязняющими по той причине, что они не свойственны их природе.

По аналогии с определением экономичности процессов по значениям приведенных затрат экологическую оценку конкурирующих технологических процессов очистки вод предложено определять и сравнивать по удельному приведенному количеству загрязняющих веществ $Z_{уд}$ сопутствующих этим процессам:

$$Z_{уд} = Z_э/Q + Z_k/nQ$$

Где $Z_э$ – количество загрязняющих веществ, поступающих в ходе эксплуатации производства, в том числе и очистных сооружений;

Z_k - количество загрязняющих веществ, уже внесённых в среду в ходе капитального строительства производственных объектов или очистных сооружений;

Q – годовая производительность, м³/год, т/год, шт/год;

n – период работы данного производства (обратна величина нормативного коэффициента амортизации).

Если $Z_{уд}$ определяется для оценки материального производства, то учитывается сумма первичных, в том числе и модифицированных, и вторичных загрязняющих веществ. Для расчета $Z_{уд}$ технологических процессов очистки воды или обезвреживания сточных вод принимаются только вторичные загрязняющие вещества, сопутствующие этим процессам.

Значения $Z_э$ определяются достаточно просто из технологических данных. Значение $Z_к$ получить существенно труднее. Отметим, однако, принципиальную необходимость определения величины $Z_к$. Действительно, можно представить такие сооружения и предприятия, которые получают статус безотходных только потому, что $Z_э$ будет равно 0. Ну если при этом $Z_к$ будет доведено до колоссального значения, то такая безотходность производства не будет оправдана.

Загрязняющие вещества могут различаться как количественно, так и качественно, что учитывается в выражении экологичности \mathcal{E} через отношение:

$$\mathcal{E} = \frac{ПДК_i}{Z_{уд i}}$$

Где i – лимитирующее загрязняющее вещество, имеющие наименьшее значение ПДК. Так, если в водоем поступает одновременно сульфаты (ПДК_{SO4} = 500 г/м³) и хроматы (ПДК_{C2(VI)} = 0,1 г/м³), то i –м принимается C_{2(VI)}.

ПДК и $Z_{уд}$ имеют одинаковую размерность – г/м³. Если очищается и при этом в определенной мере загрязняется одна и также среда, то \mathcal{E} – величина безразмерная характеризующая отношение объёмов воды, очищенной данным методом, от первичных загрязняющих веществ и загрязнённой при очистке вторично до уровня ПДК вторичного загрязняющего вещества. Если очищается одна среда и при этом загрязняется другая, то \mathcal{E} приобретает размерность.

$$\mathcal{E} = \frac{\text{м}^3 \text{ очищенной воды}}{\text{м}^3 \text{ загрязнённого воздуха}} \quad \text{или}$$

$$\mathcal{E} = \frac{\text{м}^3 \text{ очищенного воздуха}}{\text{м}^3 \text{ загрязнённой воды}}$$

Из выражения следует, что экологичным является процесс самоочищения, так как при нем $Z_{уд} \rightarrow 0$, $\mathcal{E} \rightarrow \infty$. Уместно, однако, отметить, что если первичные загрязняющие вещества будут модифицированные в результате самоочищения таким образом, что вызовут повышение эвтрофикации водоемов и окажется необходима их очистка, то неизбежно появиться целый ряд вторичных загрязняющих веществ. В связи возникают вопросы, можно ли предложить некий экологический эквивалент экологичности процесса. На первый взгляд эквивалентом представляется сумма затрат, необходимых для удаления из очищаемой воды внесенных в нее вторичных загрязняющих веществ. Однако при этом появятся новые, скажем третичные, загрязняющие вещества и т.д. Видимо, имеется достаточно оснований к тому, чтобы самостоятельно существовали и при необходимости сопоставлялись экономические и экологические оценки тех или иных видов материального производства, в том числе отраслей водной индустрии. Представляется очевидным, что экологически обоснованные решения будут считаться экономически целесообразными, когда экологическая ситуация резко осложнится и приоритет экологичности перед экономичностью станет непреложным.

Для охраны водных ресурсов важно уменьшение вторичного загрязнения при любых видах обработках воды. Подход к экологической оценке технологических процессов водоподготовки (умягчение и обессоливание воды) отражен во многих работах.

Рассмотрим процессы получения воды питьевого качества. Сравним коагуляционную очистку природной воды с помощью сульфата алюминия и гидроксида алюминия, образующегося при анодном растворении металлического алюминия. Для получения одного кг алюминия затрачивают 20 кВт/ч энергии, для его анодного растворения 16-18 кВт/кг. Каждому кВт/ч энергии сопутствуют отходы и загрязняющие вещества, наиболее существенным из которых являются диоксид серы (15-20 г/кВт ч), в процессе самоочищения воздуха или его специальной очистки превращающейся в 19-24 г сульфат-ионов (попадающих в конечном итоге в водоем) на получение 1 кг $Al(SO_4)_3$

18H₂O затрачивают до 3 кВт/ч энергии. В перерасчете на алюминий это составляет 36-37 кВт ч/кг.

Примем для очистки воды дозу коагулянта безводного сульфата алюминия – равной 57 г/м³, что соответствует дозе алюминия 9 г/м³. Вместе с образующимися при гидролизе гидроксида алюминия в воду попадает 48 г/м³ (0,5 г/мол) сульфат-ионов. Прибавим сульфаты, сопутствовавшие получению энергии, необходимой для производства выбранной дозы коагулянта (7,8 г). Тогда экологичность реагентной коагуляции

$$\mathcal{E}_{\text{SO}_4} = \frac{\text{ПДК}_{\text{SO}_4}}{Z_{\text{удSO}_4}} = \frac{500 \text{ г/м}^3}{(48+7,8) \text{ г/м}^3} \approx 9$$

С учетом того, что получению и электрохимическому растворению 9 г. металлического алюминия сопутствует загрязнения окружающей среды сульфатами в количестве 8 г., экологичность электрохимической регенерации описывается отношением

$$\mathcal{E}_{\text{SO}_4} = \frac{500 \text{ г/м}^3}{8 \text{ г/м}^3} \approx 62$$

В первом случае при очистке коагуляционным методом 9 м³ воды от коллоидных частиц и др. примесей за пределы ПДК по сульфатам выводиться 1 м³ очищаемой воды. Во втором случае на 1 м³ загрязнённой воды очищается от примесей 62 м³ воды. Электро-коагуляционная очистка оказывается почти в 7 раз более экологичной, чем реагентная.

Следует отметить что для водоемов рыбохозяйственного назначения ПДК_{SO₄} = 100 г/м³, и в этом случае коагуляция с помощью Al(SO₄)₃ характеризуется еще меньшей экологичностью. Очевидная необходимость менять коагулянт или уменьшать его дозу с помощью флокулянтов, разумеется, если указанный пункт не вызовет нового загрязнения водной среды.

Наиболее распространённым и экологичным является биологический метод очистки сточных вод. Здесь вторичное загрязнение обусловлено в основном необходимым расходом энергии и реагентов. Повышение экологич-

ности данного процесса очистки сводиться в основном к приемам, уменьшающим энергоемкость производства, в частности путем использования газа метантенков. Известно, что разрушение органических веществ эквивалентных 1 кг БПК₅, связана с затратой 1 кВт/ч энергии, а вторичное загрязняющее вещество, сопутствующее процессу, составляет соответственно 25 г сульфат-ионов. У модифицированных первичных загрязняющих веществ, как было сказано выше, в отличии от процесса самоочищения значительная часть последних перерабатывается с избыточным активным илом и из разряда загрязняющих переходит в разряд удобрений с/х угодий. Экологическая оценка приемов переработки шламов очистных сооружений требует подробного исследования.

С позиции концепции о первичных и вторичных загрязняющих веществах водной среды можно рассмотреть и процессы повторного или оборотного использования воды. Считается, что использование замкнутых систем водопотребления гарантирует водоемы от загрязнения благодаря прекращению сбросов в них сточных вод. Напомним, что с экологических позиций основным и решающим фактором является сокращение загрязнения водных объектов. Повторное и оборотное использование воды никоим образом не может уменьшить массу первичных загрязняющих веществ, поскольку их формирование не зависит от способа протекания воды – прямотоком или в рецикле. Экологический эффект этих способов водопользования обусловлен главным образом уменьшением вторичного загрязнения, поскольку процессы очистки воды совершаются значительно реже, а сама очистка носит упрощенный характер по двум причинам: в первых, в оборотных системах к воде предъявляться существенно менее строгие (технические) требования; во вторых, очистка концентрированных растворов вызывает меньше экологических издержек, отнесенных, разумеется, к массе загрязняющих веществ, а не к объему очищаемой воды. Кроме того, загрязняющие вещества в оборотных системах какое-то время циркулируют в не в водных объектах, и сбрасываться с так называемыми продувочными водами.

Логика материального баланса веществ вынуждает, однако, к объективной оценке оборотного водопользования. В настоящее время необходимо решать вопрос о загрязняющих веществах, переходящих в окружающую среду через разбрызгивание и капельный унос. Так, в некоторые оборотные системы вводится ингибитор коррозии – хромат натрия или калия. Это токсичное вещество: 1 г отравляет, делая не пригодной для питья 10 м³ воды. Наличие загрязняющих веществ в оборотных водах влияет на качество почвенных и грунтовых вод вблизи градирен и очистных сооружений. По мере расширения оборотного водоснабжения без тщательной очистки образующихся в обороте концентрированных загрязняющих веществ начнётся неизбежная проникновение их в водоёмы. Возможно, нас отделяет всего 10-20 лет от появления признаков возвращения загрязнения «на круги своя».

Следует отметить, что в оборотных системах происходит биологическое обрастание, с экологической точки зрения, может явиться определенным резервом. Конечно, оно затрудняет эксплуатацию замкнутых циклов охлаждения, но с позиции минимизации вторичного загрязнения представляется целесообразным использование образующихся биоценозов для частичной биологической очистки контурных вод, чему благоприятствует и оптимальная для этих процессов температура (25-35°). Накапливающаяся при этом биомасса может утилизироваться.

Целесообразность замкнутых систем водопользования должна основываться на балансе веществ, загрязняющих окружающую среду в том числе и в водную. При некоторых особых условиях географического или экономического характера возврат воды производства может оказаться целесообразным даже в тех случаях, когда он будет вызывать удвоенное или утроенное загрязнение водой среды. Это особые случаи, выходящие за рамки экологического подхода, то есть примеры обусловлены экологической целесообразности замкнутых систем водопользования. В электронной радиотехнической промышленности используют полученную ценой экологических и экономических затрат особую чистую воду, которая после ее применения еще в не-

сколько раз чище дистиллированной и на два порядка чище исходной воды. В этом случае замкнутый цикл водопользования (доочистка и возврат в производство) оправдан, не только экономически благодаря резкому сокращению вторичного загрязнения водной среды. Действительно, на доочистку расходуется на 1-2 порядка меньше реагентов чем на получение новых объемов особо чистой воды.

С позиций концепции о вторичных загрязняющих веществах следует отметить так же и имеющийся определенный резерв в мероприятиях по охране водных объектов от промышленных сточных вод. На некоторых внутризаводских очистных сооружениях сточные воды подвергаться нейтрализации. Кислые и щелочные воды сбрасываются не синхронно, поэтому, когда приборы показывают низкие значения pH, в поток автоматически дозируют щелочь (обычно гидроксид кальция), в щелочную среду – раствор серной кислоты.

В технологическом отношении для приготовления нейтрализующих растворов проще всего пользоваться чистыми реагентами. Однако значительные резервы кислот и щелочей имеются на заводах в виде отработанных электролитов, содержащих до 50-70% начальной кислотности или щелочности. Их использование как нейтрализующих агентов резко уменьшила бы поток вторичного загрязнения.

Экологичности охраны водных объектов может способствовать также сооружение кустовых и межзаводских сооружений, открывающих возможность использования отходов одних предприятий для взаимной нейтрализации и обезвреживания загрязняющих веществ смежных заводов.

Подход к обезвреживанию токсичного загрязняющего вещества с экологичной точки зрения покажем на примерах локальной очистки сточных вод, содержащих хроматы. Можно назвать и сравнить по экологичности несколько методов восстановления шестивалентного хрома в трехвалентный с переводом последнего в практически не растворимый гидроксид: восстановление с помощью сульфида или гидросульфита натрия в кислой среде с последующей нейтрализацией, осаждением и захоронением шлама $\text{Cr}_2(\text{OH})_3$:

восстановление железным купоросом в кислой и щелочной среде; электрохимическое восстановление путем анодного растворения железных электродов в аппаратах проточного типа; анаэробное восстановление с помощью специально подобранных микроорганизмов; ионообменный метод, который, не изменяя валентности хрома, приводит к извлечению хроматов и сточных вод, повышению их концентрации и после определенных операций – к возврату хроматов в производство. При этом в оборотном цикле используется и вода, очищенная от хроматов. Стехиометрические расчеты всех названных процессов даны в других работах.

Подведем окончательный итог сопоставления экологичности этих процессов (для упрощения расчетов Z_k всех сравниваемых технологий приняты равными). По расчетам, минимум вторичных загрязняющих веществ соответствует биохимическому методу. Однако, во-первых, следует подчеркнуть, что очистка при этом идет в анаэробной среде вместе с фекальными стоками. Во-вторых, при технологической необходимости сброса (пример, в результате аварии) сточных вод, содержащих токсичные хроматы, это вызовет весьма нежелательные последствия. Кроме того, наличие $C_2(III)$ в шламе в виде гидроксида приводит к невозможности утилизации переработанного шлама в качестве удобрения. Таким образом, этот процесс требует серьезных доработок.

Из остальных методов наиболее экологичным по отношению к ионной среде является электрохимический. Так, для сточных вод, содержащих $C_2(IV)$ в количестве $50\text{г}/\text{м}^3$, его экологичность оценивается цифрой 5, то есть при очистки 5 м^3 сточных вод не будет соответствовать ПДК по сульфатам всего 1 м^3 очищаемой воды (сульфаты в данном случае – загрязняющее вещество, сопутствующее необходимому расходу энергии). Для метода восстановления C_2 сульфитом IV_a экологичность близка к 1, при восстановлении с железным купоросом она еще меньше: 0,87.

По экологичности ионообменный метод примерно равен методу восстановления хрома с помощью бисульфита, но сохранение самого реагента,

получение при этом очищенной воды и их повторное использование обуславливают преимущество первого метода, который можно рассматривать как продолжение обработки деталей в хромовом электролите.

Особое место в экологическом отношении занимает ионообменный метод очистки отработанных хромовых электролитов. Все остальные методы их обезвреживания вызывают разрушение электролита, в котором еще содержится 50-75% ценного продукта (хромовой кислоты). При этом необходимым еще и 5-10 – кратной расход реагентов, приводящих к вторичному загрязнению. При ионообменном методе очистки хромовая кислота остаётся, а из электролита извлекается загрязняющие его примеси. В этом случае вторичные загрязняющие вещества всего в 3-5 раз превышают массу удаленных веществ.

Очевидно, что сопоставление экономических и экологических показателей будет способствовать принятию компромиссных решений применительно к существующим или ожидаемым конкретным условиям.

Лекция 7.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА

Шумы бывают:

1. Механического происхождения от вибрации машин и авто оборудования или от периодических ударов в конструкциях в целом.

2. Аэродинамического происхождения от вихревых процессов в газах при вращении лопаточных колес, от движения в воздухе тел с большой скоростью, при исключении сжатого пара, воздуха или газа и др.

3. Электромагнитного происхождения при колебаниях ротора, статора, сердечника, трансформатора и др.

4. Гидродинамического происхождения – гидродинамические удары, кавитация, турбулентность и др.

Уровни звукового давления в расчётных точках зависит от уровня звуковой мощности УЗМ шума, показателя направленности шума, расстояния до источника шума, постоянные шума, влияние звукоизоляции.

Применяемые мероприятия зависят от этих показателей:

1. Чтобы уменьшить УЗМ заменяют шумное устаревшее оборудование, выбирают другое оборудование, улучшают режим работы.

2. Для снижения показателя направленности излучения шума, его направляют в другую сторону от жилых и общественных зданий - например, воздухозаборные, отбойные и выхлопные устройства правильно ориентируют.

3. Источник шума размещают в архитектурных проектах далеко от жилой застройки.

4. При акустической обработке шумных помещений используют средства звукопоглощения.

5. Уменьшают шум путем применения контракции обеспечивающих звукоизоляцию: специальные боксы, экраны, установки глушителей шума в воздуховодах компрессоров, вентиляторах и т.д.

6. Проводят организационно-технические мероприятия, связанные с

ремонт, смазкой машины и оборудования, ограничения и запрещения шумных работ, особенно в ночное время.

Защита от инфразвука и вибрации

Средства защиты от инфразвука отличаются от борьбы с шумом, т.к. длина волн инфразвука больше шумовых и больше размеров препятствий на пути их распространения.

Интенсивность инфразвука снижают изменение режима работы устройств, и его конструкции, звукоизоляцией, глушителями, использованием механического преобразователя чистоты.

Увеличивать расстояние малоэффективно так как инфразвук в атмосфере слабо поглощается.

При выборе конструкции лучше использовать малогабаритные машины большей жесткости, поскольку в конструкции с большими плоскими поверхностями малой жесткости инфразвук генерируется.

Глушители шума хорошо уменьшают инфразвуковую составляющую при всасывании и выхлопе стационарных дизельных компрессоров, ДВС и турбин.

Механический преобразователь частоты инфразвука применяют в закрытых каналах, например в выхлопных трубах ДВС, аэродинамических трубах при испытании авиационных двигателей. Устанавливается аэродинамический преобразователь (например, ультразвуковая сирена) инфразвуковых колебаний в менее опасные ультразвуковые.

Звукоизоляция инфразвука сложная инженерная задача. Нужны мощные строительные конструкции с массой $1 \text{ м}^2 - 10^6 \text{ кг}$. Поглощение ультразвуковых колебаний осуществляется резонирующими панелями типа Бекеша - рама с закрепленной тонкостенной мембраной из металла, фанеры, холста, покрытые лаком.

Защита от вибрации

Причины низкочастотных вибраций насосов, компрессоров, увеличителей является дисбаланс вращающихся элементов (роторов), вызванной неоднородностью материала конструкции (литейные раковины, шлаковые включения) и неравномерностью его плотности, несимметричностью вращающихся масс (искривление валов и роторов) нарушении симметрии крепежными соединениями, различным коэффициентом объемного расширения или износостойкости отдельных элементов вращающейся системы.

Для снижения вибраций, возникающих из-за дисбаланса оборудования применяются балансировка неуравновешенных роторов колес лопаточных машин, валов двигателей и т.д. В процессе эксплуатации устраняются излишние люфты и зазоры, устраняется резонансный режим работы оборудования.

Если не удаётся снизить вибрации в источнике возникновения, то применяют снижение вибрации на путях распространения – виброгашение, виброизоляции, вибродемпфирование.

Виброгашение увеличивает жесткость и массу корпуса машин или станков за счет их объединения в единую замкнутую систему с фундаментом с помощью анкерных болтов.

Виброизоляция установка технологического и инженерного оборудования на виброизолирующие опоры в виде упругих прокладок, пружин, гибких вставок и листовых рессор, воздушных подушек.

Вибродемпфирование применение материалов с большим внутренним трением: чугунов с малым содержанием углерода и кремния, сплавов цветных металлов, применение вибродемпфирующих покрытий, снижающих колебания: пластики, мастики, пенопласты, войлочной войлок, поролон, губчатая резина и др.

Защита от электромагнитных полей

Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности ЭМП (электромагнитное поле).

ПДУ напряженности в кВт/м внутри жилых зданий 0,5 на территории жилой застройки – 1; в населенной местности в нежилой застройки в пределах черты населенного пункта – 10; на участках пересечения автомагистрали с дорогами – 10; на с/х угодьях – 15; труднодоступной или специально оговоренной местности, где доступ людей исключен – 20.

При напряженности электрического поля выше 1 кВт/м должны применяться меры по исключению воздействий на человека ощутимых электрических разрядов.

Основной способ защиты от ЭМП в окружающей среде – защита расстоянием. Размещая радиотехнические объекты учитывают мощность передатчиков, характеристику направленности, высоту размещения и конструктивные особенности антенн, рельеф местности, функциональное значение прилегающих территорий, этажность застройки. При необходимости устраивать санитарно-защитные зоны ограничения застройки границы СЗЗ вдоль трассы ВЛ в населенной местности применяются 10-25 м в обе стороны.

Материал стен и перекрытий в том числе и окраска поглощают и отражают электромагнитные волны. Масляная краска создает чистую поверхность и отражает до 30% ЭМ энергии сантиметрового диапазона волн, рекомендуется покрывать известковой или меловой краской.

Увеличивает высоту подвеса ВЛ и уменьшает расстояние между проводами, удаляют жилую застройку от ВЛ, применяют экраны. Машины и механизмы на пневматическом ходу, находящиеся в зонах ВЛ, должны быть заземленными (цепь).

ЭМП в зданиях снижают металлической сеткой на крыше здания, которую заземляют. Металлическая кровля заземляется не менее чем в двух местах.

При проведении строительно-монтажных работ в санитарно-защитных зонах ВЛ необходимо заземлять протяженные металлические объекты (троспровод, кабель, провода линии связи и пр.).

Микровиброметрами измеряют величину магнитного потока Φ , делят ее на площадь поперечного сечения катушки прибора, т.е. находят магнитную индукцию, которая равна напряженности поля E . Измерение уровня ЕМП проводят при приемке в эксплуатацию новых и реконструированных объектов зданий и сооружений и при санитарном надзоре.

Типовые загрязнения окружающей среды

Источники и виды загрязнения. Ежегодно в окружающую среду планеты поступает до $2 \cdot 10^{20}$ Дж теплоты, что сопровождается выбросами в атмосферу $18 \cdot 10^9$ CO_2 . Основными источниками тепловых выбросов являются процессы сжигания органического топлива и объекты ядерной энергетики (АЭС). Тепловые выбросы приводят к росту среднегодовой температуры атмосферы на земле, снижению снежно-ледяного покрова и к уменьшению отражательной способности (альбедо) планеты. Это еще больше повышает температуру земной поверхности. По данным ученых к середине XXI в. температура атмосферы земли возрастет на $5,5^\circ\text{C}$. Поэтому за счет таяния ледников в ближайшие 25 лет ожидается повышение уровня Мирового океана на 10 см. Совокупность промышленных объектов в регионе выделяют обычно $10\text{-}200$ Вт/м² тепла на площади до 10^4 км². в результате образуется пространственный остров теплоты с температурой выше $1\text{-}4^\circ\text{C}$ естественной температуры воздуха. В зоне действия островов теплоты образуются туманы, облачность, осадки, в то числе и кислотные дожди.

Образование кислотных дождей связано с поступлением в атмосферу оксидов серы и азота. Особую опасность представляют ТЭС. Кислотные дожди ухудшают здоровье людей, отрицательно воздействует на флору и фауну, разрушает металлоконструкции и т.д. Выброс теплоты в водоем сопро-

вождается повышением температуры, что серьёзно изменяет биоценозы. Тепловое загрязнение водоемов особенно значительно на АЭС. При равной мощности АЭС выбрасывает в 2 раза больше теплоты чем ТЭС. Повышение температуры воды приводит к уменьшению содержания растворенных O_2 , CO_2 , и что сказывается на росте фауны (рыб, насекомых, растений).

Избыток тепловой энергии, возникающей в атомном реакторе, в результате ядерного распада удаляется с охлаждающими водами, количество которых на крупных АЭС достигает несколько млн. m^3 в сутки. Воды не содержат радиоактивной примеси.

В результате теплового загрязнения водоёмов повышается их биологическая продуктивность, увеличивается в количестве взвешенных частиц окисляемость, цветность, появление неприятного запаха, гниение воды. $T = 35-40^{\circ}C$ благоприятна для патогенной кишечной микрофлоры. $T=23-30^{\circ}C$ оптимальна для карпа и других рыб т.е. в определенных пунктах можно организовать промысловое рыболовство.

Летом допускается повышение температуры на 3° , это достигается ускорением процесса смешивания тепловых вод со всей массой воды водоема и второй путь – устройство замкнутых оборотных систем водоснабжения с градирнями. В прудах–охладителях устраивают цеха бассейнового и садкового выращивания рыбы.

Повышения КПД преобразованной тепловой энергии в электрическую уменьшит количество сбрасываемого тепла, а значит меньше будет отчуждения земель, меньше забираться воды для прудов охладителей, меньше испарение. Более высокий КПД имеют реакторы на быстрых нейтронах, еще более эффективно термоядерная энергетика, использующая ядра легких элементов.

Список литературы

1. Воробьева О.Г. Инженерная защита окружающей среды: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2002. 288 с.
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита водной среды: учебное пособие. СПб.: Лань, 2014.
3. Стурман В.И. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие. СПб.: Лань, 2015.
4. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология: учеб. пособие для вузов. М.: МГУП, 2009.
5. Василенков С.В., Василенков В.Ф. Методические указания к лабораторным, расчетно-графическим и научно-исследовательским работам для студентов высших учебных заведений в помощь изучению дисциплин «Инженерное обустройство территорий», «Основы градостроительства и планировка населённых мест», «Инженерная защита окружающей среды». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 44 с.
6. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Колос, 2000. 232 с.: ил.

Учебное издание

Василенков Сергей Валерьевич

Василенков Валерий Федорович

Инженерная защита окружающей среды
Краткий курс лекций

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 19.11. 2021.Формат 60x84 1 /16.
Бумага офсетная. Усл. п. л.3,37. Тираж 50. Изд.№.7162.

Издательство Брянского государственного аграрного университета 243365
Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ