

УДК 502/504:627.8.09

А. Н. ТЕТИОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Московский государственный университет природообустройства»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И РАСЧЕТНО- КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА КРУПНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Экологические и расчетно-конструктивные проблемы строительства и эксплуатации крупных гидротехнических сооружений разнообразны, они могут оказывать негативное влияние на различные аспекты развития страны. В первую очередь к ним можно отнести несоответствие положениям многих экологических постулатов, которые носят предупреждающий характер и свидетельствуют о необходимости мягкого взаимодействия с природой и недопустимости жесткого технического вмешательства в нее.

Крупные гидротехнические сооружения, экологические проблемы, экологические законы, негативные последствия, мягкое взаимодействие.

Ecological and rated-design problems of construction and operation of large hydraulic structures are various, they can effect negatively on various aspects of development of the country. First of all it is a non-compliance with the regulations of many ecological postulates which have a warning character and indicate to the necessity of soft interaction with nature and inadmissibility of rigid technical intervention in it.

Large hydraulic engineering structures, environmental problems, ecological laws, negative consequences, soft interaction.

Экологические проблемы крупных гидротехнических сооружений возникли вследствие проявившихся в ходе их эксплуатации множественных негативных воздействий на природную среду (биосферу, гидросферу, литосферу), изъятия земель из круговорота веществ и хозяйственного оборота, загрязнения воды, уничтожения лесов, чрезмерного водозабора, регулирования стока и др. К этому добавились расчетно-конструктивные проблемы, связанные с недостаточной проработанностью методов расчета сложных конструкций вследствие отсутствия строгих теорий поведения железобетона и грунта при воздействиях силового и несилового характера. Плотины – один из наиболее значимых факторов среди множества других, ведущих к деградации экосистем речных бассейнов. Экологиче-

ские и расчетно-конструктивные проблемы строительства и эксплуатации крупных гидротехнических сооружений могут оказывать негативное влияние на различные аспекты развития страны. К ним можно отнести следующие [1, 2].

Гидротехнические сооружения, представляющие собой крупномасштабные технические вмешательства в природу, как правило, не соответствуют положениям многих экологических постулатов, которые носят предупреждающий характер и свидетельствуют о необходимости противоположного по направленности, мягкого, опосредованного, восстанавливающего отношения к природе [1]. Закон внутреннего динамического равновесия (любое изменение среды приводит к развитию природных цепных реакций в сторону нейтрализации произведенного

изменения или формирования новых систем) – один из основных в природопользовании. Согласно этому закону, производимые в крупных экосистемах перемены относительно необратимы, их выправление требует больших средств. Принцип естественности предлагает использовать «мягкие» формы взаимодействия с природой, потому что технические системы управления природой требуют со временем все большего вложения средств. Поэтому естественные («мягкие») формы управления природой в конечном итоге всегда эффективнее «жестких» технических. Таковы же правило цепных реакций жесткого управления природой, правило меры преобразования природных систем, правило «мягкого» управления природой и др. Все эти постулаты предупреждают о негативных последствиях крупномасштабных технических вмешательств в природную среду.

Некоторые из крупных гидротехнических сооружений (плотины) прерывают экологические коридоры (пути свободной миграции водных животных), которыми являются реки, что недопустимо с точки зрения естественной эволюции. Экологические коридоры разных видов в масштабе страны играют огромную роль в поддержании среды жизни, биоразнообразия, естественной эволюции. Разработанные «лифты» на плотинах для обеспечения свободной миграции водных животных малоэффективны.

Крупные плотины с водохранилищами являются потенциальными источниками опасности для мест расселения и природы в случае катастроф, например в результате расширяющегося терроризма или землетрясений. При оценке экологических проблем строительства крупных гидротехнических сооружений нужно учитывать, что в мире становятся все более весомы по негативным последствиям признаки глобального экологического кризиса, не прекращаются военные конфликты, возник новый глобальный терроризм. Крупные плотины с водохранилищами должны быть абсолютно стойкими против любых катастроф.

Долговечность крупных гидротехнических сооружений из железобетона не полностью определена: известно, что стальная арматура внутри бетона постепенно корродирует. Вода в водоемах в ряде мест постепенно становится агрес-

сивной для арматуры и бетона вследствие общего загрязнения среды. У всех сооружений есть цикл жизни, в конце которого необходима их реконструкция (обычно – более 100 лет). Вечных сооружений нет. При проектировании таких сооружений целесообразно заранее предусматривать их реконструкцию или разборку после окончания периода эксплуатации. Но все крупные сооружения проектировались и строились без учета этого обстоятельства. Как их реконструировать после истечения срока эксплуатации – пока неизвестно. С этой точки зрения предпочтительны массивные гравитационные сооружения, а не легкие изящные оболочки.

Теория расчета крупных гидротехнических сооружений, в том числе их долговечности и надежности, постепенно развивается. Но к моменту их проектирования и строительства она была очень далека от совершенства (то есть новые конструкции возникли ранее появления адекватных методов их расчета). Метод конечных элементов, позволяющий более определенно рассчитать напряженно-деформированное состояние плотин, появился недавно и пока далек от совершенства. Так, до сих пор не разработаны объемные конечные элементы с адекватными свойствами из-за отсутствия строгой детерминистской теории деформирования и железобетона, и грунта (видимо, такой теории никогда не будет, так как оба эти материала, важнейшие для надежного проектирования плотин, отличаются исключительной сложностью поведения при воздействиях силового и несилового характера, и теория их расчета, видимо, будет вероятностной). В бетоне объединены сложнейшие свойства упругости, пластичности и ползучести; особенности силового деформирования, трещинообразования и разрушения бетона очень сложны, поэтому существующие теории прочности к нему неприменимы [3]. Прочностные и деформативные характеристики бетона имеют вероятностный характер; зависимости между составом и структурой бетона, его прочностью и деформативностью выявляют только в процессе проведения экспериментов. Поэтому теория сопротивления бетона носит во многом эмпирический характер. Лучшей теорией прочности бетона, сложного неоднородного материала, обладающего свойствами упругости, пластичности и ползучести, была

бы вероятностная теория. Возможно, она будет создана в результате углубления исследований [3]. Это обстоятельство накладывает особую ответственность на проектировщиков больших плотин и других гидротехнических сооружений. Проектирование должно осуществляться на основе теории надежности (к тому же все виды воздействий на конструкции больших гидротехнических сооружений также носят вероятностный характер).

Водохранилища, поддерживаемые плотинами, это искусственные водоемы, занимающие, как правило, обширные территории, которые почти исключаются из обычного круговорота веществ, поддерживающего жизнь на планете. Это обстоятельство особенно важно ввиду превышения потребления человечеством биологической продукции планеты и постепенного сокращения площади естественной природы. Такое сокращение уже превысило экологически обоснованные пределы [4].

Некоторые крупные гидротехнические сооружения (в первую очередь каналы) прерывают сложившиеся в течение тысяч лет естественные пути миграции животных, влияют на смену движения грунтовых вод.

При возведении крупных гидротехнических сооружений изымаются земли из хозяйственного оборота.

Строительство плотин и водохранилищ приводит к снижению скорости течения рек, замедлению водообмена и самоочищения.

Строительство плотин и водохранилищ приводит к изменению климата окружающей территории.

Строительство плотин и водохранилищ приводит к подтоплению берегов, заболачиванию, активизации оползней.

Известны случаи строительства крупных гидротехнических сооружений, которые вызвали негативные экологические последствия на территории Российской Федерации [2]:

Новосибирская ГЭС отделила часть нерестилиц сибирского осетра, снизив его промысловые уловы.

При строительстве Братской ГЭС в ложе водохранилища не успели удалить (спилить) высококачественную сосну на очень большой площади; она была залита водой выше вершин деревьев, стала разлагаться, загрязнив воду водохранилища. Верхушки сосен до сих пор видны на

небольшой глубине под поверхностью воды.

Красноярская и Саяно-Шушенская гидроэлектростанции на Енисее несколько изменили климат региона, нарушили водный и тепловой баланс реки. Прогретые массы воды в водохранилищах не позволяют Енисею полностью покрыться льдом. Во время ледохода создаются затоны, перегораживающие реку по ширине.

Плотина Иркутской ГЭС построена в сейсмически активной зоне; разрушение плотины при землетрясении может привести к негативным последствиям для ряда городов.

Города Новосибирск, Красноярск, Иркутск и другие находятся ниже водохранилищ. Природные катастрофы или диверсии террористов могут привести к наводнениям.

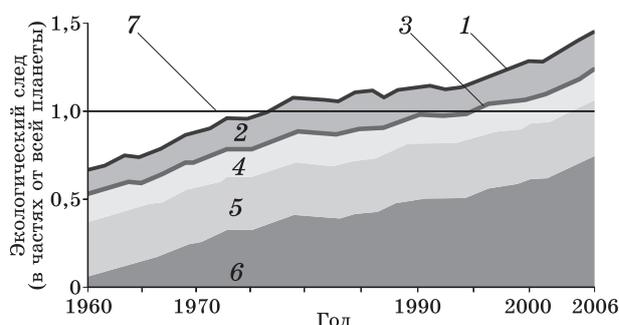
Каскад гидроэлектростанций на Волге привел к множеству негативных воздействий на реку, превратил ее в гибнущую реку.

Пока речь шла о плотинах. Но известны случаи негативных последствий и других крупных гидротехнических сооружений. В конце прошлого века был выполнен и начал осуществляться уникальный проект гигантского железобетонного водовода через всю страну для передачи части стока северных рек на юг. Усилиями экологов и общественности проект, не соответствующий экологическим законам и невероятный по негативным последствиям, был остановлен. Но окончательного решения по проекту нет.

При оценке экологической эффективности вариантов плановых и проектных решений в процессе строительства крупных гидротехнических сооружений и их соответствия существующим экологическим нормам и правилам нужно учитывать, что все ГЭС усугубляют общую экологическую ситуацию. В мире становятся все более весомы по негативным последствиям и неустранимы признаки глобального экологического кризиса. В жизнь человечества вошли новые важнейшие социально-экономические проблемы ограниченности и нехватки природных ресурсов, недопустимого сокращения природных территорий и почв, сведения лесов, сокращения биоразнообразия, роста загрязнений и пр. Научно доказано существенное (~ в 1,5 раза) превышение потребления над биологической продуктивностью планеты (рост «экологического следа»).

Исключительное значение приобрели вопросы ценности возобновимых ресурсов и вклада разных стран в поддержание гомеостаза планеты за счет сохранения природной среды и ее биоразнообразия. Такие проблемы (вызовы) необходимо учитывать в развитии гидротехнического строительства. Реальной концепцией развития становится обеспечение выживания страны вместе с природой, сохраненной в экологически обусловленном объеме. Необходима надежная и бессрочная защита населения и природы Российской Федерации от негативных воздействий кризисного характера как извне страны (от природных и техногенных катастроф, от кризисных явлений развития и негативных действий стран), так и изнутри (природные и техногенные катастрофы, загрязнения, истощение ресурсов, социально-экологические проблемы, отступление от экологического равновесия, сведение лесов и пр.).

Одна из важнейших проблем кризисного развития человечества – это превышение допустимого потребления природных ресурсов, впервые выявленное организацией Global Footprint Network с помощью так называемого «экологического следа» (ecological footprint), «области земли и водных экосистем, постоянно требующейся, чтобы произвести ресурсы, которые потребляет один человек, город, страна, человечество, и ассимилировать отходы, которые они производят, везде, где расположена подходящая земля и вода». Каждый год Global Footprint Network вычисляет экологический след стран и человечества в целом и сравнивает его с объемом биологической продуктивности ресурсов, который способна произвести природа планеты. Средний экологический след на 1 человека во всем мире – 2,6 глобальных гектара, в то время как сейчас средняя площадь доступной для человека части планеты с ее биологической продуктивностью – 1,8 глобальных гектара. В ряде стран экологический след намного выше, чем среднее мировое значение, а в некоторых – намного ниже. Удалось определить не только дифференцированный экослед жителей разных стран, но и экослед целых стран с учетом продуктивности их территорий. Теперь требуется почти полторы планеты, чтобы произвести ресурсы для человечества, и поглотить эмиссию CO₂, выделяемого в результате человеческой деятельности (рисунки).



Быстрый рост экологического следа человечества до биологической продуктивности почти 1,5 планеты: 1 – застроенная часть; 2 – леса; 3 – промысел рыбы; 4 – пастбища; 5 – пахотная земля; 6 – углеродный экослед; 7 – мировая биопродуктивность

Выводы

Данные исследований показывают, что спрос человечества на обеспечение его природными ресурсами и на поглощение эмиссии CO₂ почти на 50 % больше, чем тот объем, который может обеспечить природа. Этот экологический «промах» человечества привел к тому, что теперь требуется приблизительно 18 месяцев для Земли, чтобы восстановить все, что человечество использует в течение 12 месяцев текущего года. В результате человек сталкивается с рядом угроз – изменением климата, потерей биологического разнообразия, сведением лесов, сокращением улова рыбы, недостатком пресной воды. Эти проблемы так или иначе связаны со строительством и эксплуатацией крупных гидротехнических сооружений.

1. Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. – М.: ИЦ «Россия молодая», 1992. – 365 с.

2. Гидроэлектростанции и экологические проблемы: Информационно-аналитический портал. – URL: www.ener.net.ru. 2010 (дата обращения 03.06.12).

3. Тетиор А. Н. Железобетонные и каменные конструкции в экологичном строительстве: уч. пособие. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2009. – 497 с.

4. Тетиор А. Н. Экологическая инфраструктура. – М.: МГУП, 2002. – 420 с.

Материал поступил в редакцию 03.07.12.

Тетиор Александр Никанорович, доктор технических наук, профессор
Тел. 8 (499) 710-84-65
E-mail: atetior@mail.ru