

ЭРОЗИЯ ГРУНТОВ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

SOIL EROSION AND ITS IMPACT ON FUNCTIONING OF DIFFERENT HYDRAULIC STRUCTURES

Рассматриваются основные причины эрозии грунтов в различных речных бассейнах, влияние эрозии на течение реки, причины увеличения мутности в источниках водных ресурсов, примеры натурных данных объемов водной эрозии в бассейнах Желтой реки Китая, а также последствия эрозии на ГТС, в основном по работе гидроэлектрических станций.

Reasons of Soil erosion and it's consequence in river flow and water resources according to regions of river network or watershed have been mentioned. Data of sediment turbidities and some experimental results and sediment's impact on water resources engineering structures have been illustrated.

Ключевые слова: дождевая эрозия, ливень, рыхлый грунт, мутность, деривационный водовод, нанос, лесс, Желтая река, гидроагрегат, отстойник

Key words: rain erosion, heavy shower, loose soil, turbidity, diversion water passage, sediment, drift, loess-like soil, Yellow river, hydraulic machine, settling basin



ЭРОЗИЯ и дефляция как основные причины деградации грунтов возникают при не адаптированной к условиям природной среды хозяйственной деятельности, вследствие чрезмерной распашки территории и сокращения биологического разнообразия экосистем.

Водная эрозия. Поверхностные воды и океанские волны обычно являются самыми существенными агентами эрозии. Каждому типу грунта соответствует свой характер эрозионного процесса. Максимальные разрушения поверхностными водами, вероятно, происходят в семиаридных (полузасушливых) климатических условиях, поскольку в более влажных районах склоны обычно защищены растительностью. В сухих районах даже незначительные осадки имеют существенные последствия. После дождя или в результате снеготаяния происходит насыщение водой верхнего почвенного слоя, и излишняя вода плащом стекает вниз по склонам, увлекая с собой частицы грунта. Такой смыв, в результате которого промоины не образуются, называется плоскостной или дождевой эрозией.

На почвах с однородным строением преобладает поверхностный смыв, а на поч-

вах с более сложным профилем, у которых увеличивается склонность к глубинной эрозии, — линейный размыв. С увеличением уклона масса смытой почвы при ливнях увеличивается. Такая закономерность наблюдается особенно при интенсивных ливнях.

При использовании водных ресурсов таких рек в различных целях (орошение, водоснабжение, гидроэнергетика и т. д.) необходимо уделить эрозионным процессам особое внимание при проектировании гидротехнических сооружений, которые необходимы в целях эффективного использования водных ресурсов данного района.

Горные районы, где грунт является рыхлым и выпадают обильные осадки, более всего подвержены эрозии.

По данным Международного валютного фонда (МВФ) (1992), общая площадь потерь плодородной земли за последние 45 лет составила 1200 млн гектаров (11 % от общей плодородной земли) в основном за счет эрозии.

Более 99 % мировой продовольственной проблемы решается с помощью сельскохозяйственной земли, при этом ежегодные потери этой земли составляют более 10 млн гектаров в год, и это в то время, когда более чем половина населения земного шара не доедает

или плохо питается. Например, один ливень с ураганом промывает 1 мм почвы (это 13 т почвы от одного гектара). В США скорость потери почвы в 10 раз быстрее, чем скорости их естественного восстановления, а в Китае и Индии потери в 30–40 раз больше. Ущерб от потери почвы в мире составляет 400 млрд долларов США.

Независимо от того, где происходит эрозия — в пашнях, горах или бассейнах рек, это приводит к негативному влиянию на экосистему, а иногда доходит до катастрофы, так как все эрозийные грунты в огромном количестве попадают в реки (60 % от общих эрозионных почв), что приводит к увеличению мутности воды в реках.

Во всем мире, используя водные ресурсы, решаются задачи электроэнергетики, орошения земель и транспорта. Для орошения и электроэнергии использование водных ресурсов невозможно без гидротехнических сооружений.

Крупные наносы, попадая в водохозяйственные сооружения (оросительные каналы, водоприемники, деривационные каналы гидроэлектростанций и т. п.), оседают в водоводах и уменьшают их пропускную способность. Взвешенные наносы истирают облицовки деривационных и станционных водоводов, а также рабочие элементы гидротурбин. Абразивный износ турбин приводит к значительному снижению их КПД, а следовательно, к снижению мощности и выработки энергии

гидроэлектростанции, к сокращению срока службы гидротурбинного оборудования. С целью уменьшения ущерба, вызываемого наносами, при проектировании ГЭС предусматриваются меры по защите сооружений и оборудования от проникновения в них опасных фракций наносов.

Гидротехнические сооружения горных и предгорных стран при использовании водных ресурсов речных сетей сильно страдают от твердых стоков рек.

В последние 20 лет в Китае в огромном количестве и в быстром темпе строятся водохозяйственные объекты различных назначений. В Китае реки Хуанхэ (Желтая река), Янцзы и их притоки являются основными источниками водных ресурсов и на них построены большое количество гидротехнических сооружений. Лесс (слабосцементированная осадочная горная порода желтоватого цвета), ежегодно выносимый Хуанхэ в огромных количествах, слагает ее дельтово-аллювиальную равнину площадью около 250 тыс. км². Современная дельта реки по сравнению с древними дельтовыми отложениями не так велика (около 2 тыс. км²). Средний годовой сток Желтой реки 58,0 млрд м³ и средний годовой твердый сток 1,6 млрд т. Максимальный твердый сток (941 кг/м³) наблюдался в 1977 г. в створе Хиаолангди.

Если Хуанхэ известна своими катастрофическими летними разливами, то сток Янцзы более равномерный [5]. Это зависит

Таблица 1

Районирование интенсивности размыва в Желтой реке Китая (Ванг, 1996)

(Зоны размыва классифицированы традиционным методом Комитетом защиты бассейна Желтой реки (YRCC) [6].)

Интенсивность размыва (эрозии)	Скорость размыва (t/km ² /a)	Площадь, (10 ³ km ²)	Доля площади размыва (%)	Твердый сток (10 ⁹ t)	Доля твердого стока (%)
Незначительная эрозия		463	61,5	0,055	3,4
Слабая эрозия	<1000	66	8,8	0,064	3,9
Средняя эрозия	1000–2000	77	10,2	0,179	11
Интенсивная эрозия	2000–5000	76	10,1	0,437	26,8
Предельная эрозия	5000–10 000	32	4,3	0,359	22
Резкая эрозия	10 000–15 000	38	5,1	0,536	32,9
Незначительное заиление	15 000–30 000	(48)	(8,50)		
Всего		752	100	1,63	100

главным образом от более равномерного распределения осадков на площади ее бассейна и регулирующих сток крупных озер (Дунтинху, Поянху и др.), связанных системой протоков с главным руслом реки. Районирование интенсивности размыва в Желтой реке показано в табл. № 1. Твердый сток Янцзы очень велик, но он не аккумулируется столь интенсивно в русле, как у Хуанхэ. Половина наносов остается в дельте и на предустьевом взморье, отчего береговая линия выдвигается в сторону моря на два километра в столетие. В связи с этим в Китае развернулись грандиозные работы по регулированию стока рек. На Хуанхэ, Янцзы и других крупных реках построены и строятся десятки крупных плотин, береговых дамб, оросительных каналов, сооружаются гидроэлектростанции.

Для исключения негативного воздействия наносов в реках все гидроэлектростанции, оросительные системы и системы водоснабжения оборудуются отстойниками.

Отстойники гидросиловых и ирригационных систем служат для предотвращения проникновения взвесей в турбины ГЭС

и оросительные каналы. На ГЭС и насосных станциях они предохраняют лопасти гидротурбин и насосов от истирания их твердыми примесями (с размером частиц от 0,25 мм и более), которое может привести к понижению КПД турбин и насосов. В ирригационных системах отстойники предохраняют каналы от заиления; в оросительную сеть с водой попадают только мелкие частицы, которые могут служить удобрением. Такие отстойники различают: по характеру работы (непрерывного или периодического действия); по способу удаления наносов (с гидравлическим промывом, механической очисткой и комбинированные); по числу камер (однокамерные и многокамерные). Скорость течения воды в камерах отстойников (в зависимости от характера и количества наносов) — от 0,25 до 0,5 м/с.

В условиях сложной топографии горных стран рекомендуется проектировать новые отстойники с вертикальной промывкой, которые эффективно удаляют наносы, сохраняя экологическую обстановку в нижнем бьефе гидроузла [7].

Список литературы

1. Данелия Н. Ф. Водозаборные сооружения на реках с обильными донными наносами. — М., 1964.
2. Использование водной энергии: учебник для вузов / под ред. Ю. С. Васильева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М., 1995.
3. Manual on River Behaviour, control and training / Dr. D. V. Joglkar. — New Delhi, 1971.
4. Sediment in Nepalese hydropower projects / Bholu Thapa, Raju Shrestha, Projjowal Dhakal; Norwegian University of science and Technology and Kathmandu University. — Nepal, 2004.
5. Sediment yield and sediment budget of the yellow river / Hongling SHI, Yangui Wang, Cheng LIU; International Research and Training Centre on erosion and Sedimentation. — Beijing, 2007.
6. Journal of the 10th International Symposium on River sedimentation. — Moscow, 2007. August 1–4. — Vol. I.
7. Кхарел Б. Истечение водогрунтовой смеси через днищевые люки бункеров-отстойников: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — СПб., 1999.
8. Замарин Е. А., Фандеев В. Гидротехнические сооружения. — 5-е изд. — М., 1965.
9. Федоров Н. Ф., Шифрин С. М. Канализация. — М., 1968.
10. Клячко В. А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод. — М., 1971.