

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГОРНЫХ РЕКАХ И ВЫСОКОГОРНЫХ
ВОДОЕМАХ**

М.А.Сагтаров

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирск

Л.М.Сагтарова, Х. Ибодзода

Институт математики АН Республики Таджикистан, Душанбе

Таджикистан удивительно красивая страна Центральной Азии – 93% ее территории занимают горы, в том числе так называемая “Крыша мира” – громадное плоскогорье Памир с гордыми пиками высотой от 5000 до 7495м. В горах сосредоточено свыше 8000 ледников площадью около 1 млн.га и вечные снега питают около 3000 рек и сезонные ручьи длиной от 3 до 500 км, уносящие живительную влагу на плодородные долины Узбекистана и Туркменистана. Среди 1300 озер на высоте 3263 м красуется новейшего времени молодое Сарезское озеро. В 1911 г. при 9 балльном землетрясении часть склона Музкольского хребта (объемом 2,2-2,4 млрд.куб.м.) упала в горное ущелье, и гигантский обвал высотой 600м перегородил р. Мургаб, заживо похоронив селение Усой с его 54 жителями. Река уперлась в стену завальной плотины, и ее воды, поднимаясь, затопили селение Сарез, образовав Сарезское озеро. Длина, максимальные глубина и ширина, площадь и объем озера равны, соответственно, 56 км, 500 м и 3,3 км, 80 кв.км, 16,1 куб.км.

В 70-ые годы при строительстве высотной грунтовой плотины Нурекской ГЭС, высотой 300м. и объемом 56 млн.куб.м, в центральном Таджикистане образовалось рукотворное водохранилище с аналогическими морфометрическими параметрами: 70км, 290м и 3,48км, 98 кв.км и 10,5 куб.км.

В горных странах часто имеют место паводки, оползни и обвал склонов горных обрамлений, сход снежных лавин, сели и обусловленные ими процессы наводнения и размыва плодородных слоев почвы в межгорных и предгорных долинах. Строительство высотных плотин и образование высокогорных водоемов и возникновение завальных озер, изменяя микроклимат местности и прилегающих территорий, усиливают опасность проявления этих процессов и явлений.

В связи с этим в докладе поставлен и решен ряд задач волновой гидродинамики, применительно к расчету гидрофизических характеристик волновых течений при сходе оползней и обвалов в глубоководных водоемах, и к установлению параметров устойчивости завальных плотин и снижения степени опасности разрушительных воздействий волны прорыва и образования селевых потоков при внезапном переливе большого объема массы с воды через гребни высотных завальных плотин на примере Сарезского озера и Нурекского водохранилища.

При этом в разрезе 1932-1988 гг. методами статистического и математического моделирования проведен комплексный анализ и расчет гидрологических, гидрофизических и климатических характеристик бассейнов рр. Вахш и Пяндж и их притоков. Проведен детальный анализ результатов

гидравлических и гидродинамических модельных расчетов по изучению динамики перелива и прорыва масс воды через Усойский завал при внезапном возникновении критических волн разрушения при повторных обвалах и оползнях в определенных участках Сарезское озера.

Изучена природа паводковых волновых течений горных рек при входе их потока в глубоководный водоем, и на примере Нурекского водохранилища выявлена определяющая роль паводка в процессе заиления водоема за счет придонных влекомых наносов. Рассмотрены модельные задачи по прогнозу размыва отдельных участков русла р. Вахш при последовательном реализации проектов строительства каскада гидроэлектростанций на базе различных модификаций системы уравнений неразрывности и Сен-Венана, как для вязкой жидкости, так и для гидросмесей грунтовых масс. При этом выполнена работа по анализу и классификации известных в литературе модельных представлений и предложена определенная методика по расчету расходов влекомых наносов путем разделения осредненного по вертикали установившегося течения речного потока на две - верхнюю и на нижнюю части, называя их, соответственно, обобщенной ньютоновской и обобщенной бингамовской жидкостями. При этом, в частности, получены следующие формулы.

А. Для расхода Q обобщенных ньютоновских (реальных) жидкостей в русле

$$Q = B \int_0^{z_0} u dz = B \frac{\rho_0 g H^3 (n-1)}{3\mu(n+2)} I \left[\frac{I}{(1+\alpha)I_H - \alpha I} \right]^{\frac{3}{n-1}}, \quad n > 1, \quad 0 \leq I \leq I_H$$

Здесь n – степень ослабления турбулизации потока в русле. При достаточно больших n мы имеем известное в гидрологии закон (расход) равномерного (ламинарного) движения воды в русле достаточной большой ширины B , a – степень роста плотности воды по глубине потока мощности H . Формула предложена для расчета расхода гидросмеси грунтовой массы в определенных участках открытого русла.

Б. Для расхода Q обобщенных бингамовских жидкостей

$$Q = B \frac{\rho_0 g H^3}{3\mu} \left[I - \frac{3}{n+2} I_0 - \frac{n-1}{n+2} I_0 \left(\frac{I}{I_0} \right)^{\frac{n+2}{n-1}} \right], \quad n \leq 1, \quad I > I_0$$

При уменьшении n степень расслоения бингамовского тела усиливается. В частности, данная формула предложена для описания грязевого селя в русле.

Разработанные математические модели использованы при оценки процесса заиления водохранилищ, а также размыва русла больших грунтовых каналов в Южнотаджикском регионе сельскохозяйственного производства.

Результаты аналитического и численного моделирования сопоставлены с систематическими данными натурных изысканий, проведенных в бассейнах рр. Вахш, Пяндж и их притоков Сурхоб, Явансу и Яхсу.

Литература

1. Саттаров М.А. Изв.АН СССР, МЖГ, 1973, №6.
2. Саттаров М.А. Доклады АН Республики Таджикистан, 1997, №1.