

А. А. ДМИТРИЕВ и Т. В. БОНЧКОВСКАЯ

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ВЫЗЫВАЕМОЕ ВОЛНЕНИЕМ У ОТКОСОВ

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 19 III 1952)

В настоящее время, когда в нашей стране производятся грандиозные работы по строительству новых каналов и водохранилищ, особое значение приобретают исследования процессов размывания естественных склонов волновыми течениями. Рядом научно-исследовательских организаций и отдельными исследователями были проведены многочисленные наблюдения за процессами размыва, однако еще и до настоящего времени точного представления о механизме этого явления нет. Ввиду этого в Морском гидрофизическом институте были проведены соответствующие эксперименты.

Работа проводилась в настольном прозрачном волновом лотке длиной 200 см и шириной 15,2 см при глубине жидкости 15 см. Волны возбуждались клиновидным волногоном, установленным в конце лотка. В другом конце формировались ровные скаты из речного песка средней зернистости. Через определенные интервалы времени после пуска волнопродуктора фотографировались волна и трансформированный ею склон. Интервалы времени выбирались после ряда визуальных наблюдений с таким расчетом, чтобы, по возможности, уловить все основные фазы деформирования склонов.

Таким путем была произведена съемка трансформирования трех склонов различной крутизны: а) с углом наклона к дну лотка $\alpha = 30^\circ$; б) с $\alpha = 15^\circ$; в) комбинированного склона с углом $\alpha_1 = 5^\circ$ до глубины, равной высоте волны, с последующим изломом, после которого уклон был равен 18° . Выбор вида последнего склона был продиктован практическими соображениями.

В результате обработки нами были получены секундные потоки масс грунта за последовательные моменты протекания опыта. Потоки вычислялись путем обычного интегрирования изменения объема грунта по

длине склонов, т. е. $\int_{x_0}^x \frac{\partial z}{\partial t} dx$, где x_0 — абсцисса верхней точки размыва,

x — абсцисса конца склона, z — высота столбика грунта с основанием 1 см^2 .

На рис. 1 представлены результаты подсчетов для одного из склонов с углом $\alpha = 30^\circ$ при волновых характеристиках: $\tau = 0,35 \text{ сек.}$, $\lambda = 24 \text{ см}$, $2h = 3,2 \text{ см}$. По горизонтальной оси отложено время работы волнения, по вертикальной оси — секундный поток.

Интересно отметить, что распределение потока по времени имеет вид колебаний, причем эти колебания происходят синхронно во всех точках склонов в течение всего опыта, за исключением первых момен-

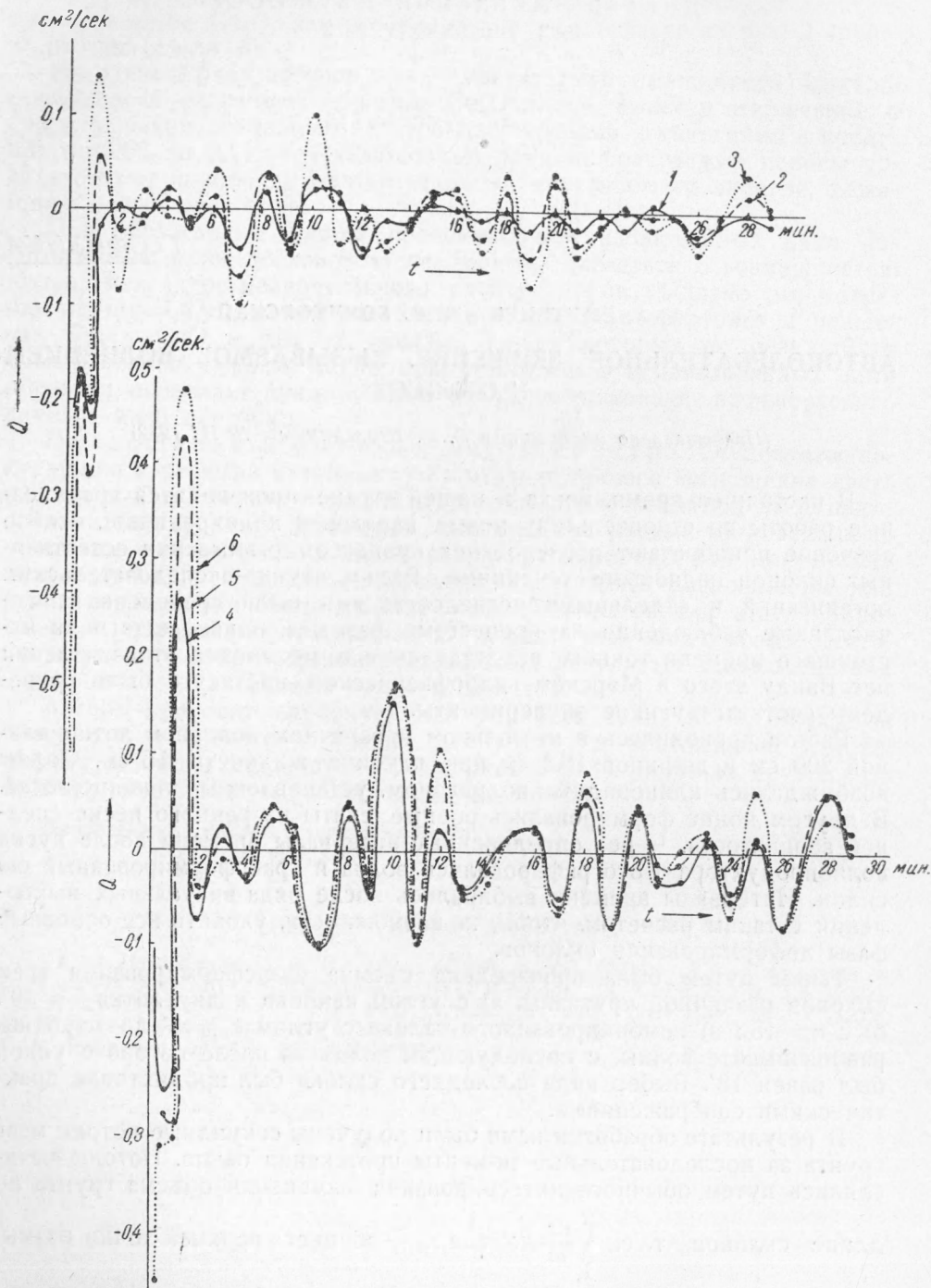


Рис. 1. Расстояния от реза: 1 — от -5 см до 0, 2 — от 0 до 5 см, 3 — от 5 до 10 см, 4 — от 10 до 15 см, 5 — от 15 до 20 см, 6 — от 20 до 25 см

тов размывания, когда наблюдается интенсивное перераспределение масс грунта между отдельными участками склонов. Период обнаруженных колебаний — порядка 2 мин. — во много раз превышает период волны ($\tau = 0,35$ сек.), а также период сейш, которые могут иметь место в лотках (в нашем случае период сейш был равен 3 сек.).

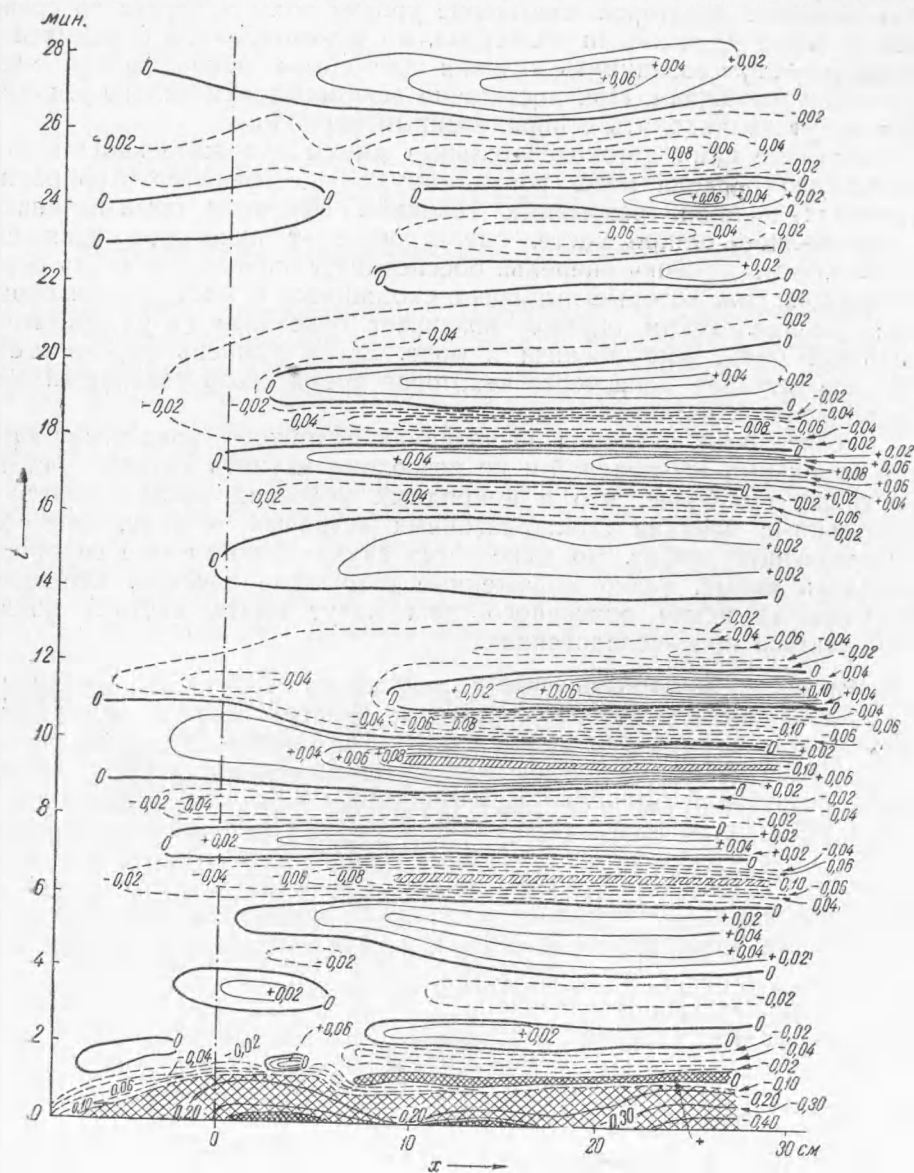


Рис. 2

Более наглядно смена потоков массы видна на изоплетах для того же склона на рис. 2, где нанесены линии равных потоков в системе координат: x — расстояние от уреза воды, t — время работы сил волнения; волновые характеристики те же, что на рис. 1.

Подобные же колебания потоков наблюдаются и при разработке склонов с более пологим исходным углом наклона ($\alpha = 15^\circ$ и $\alpha_1 = 5^\circ$ с изломом на $\alpha_2 = 18^\circ$). Для этих случаев период колебаний увеличивается.

Таким образом, полученные результаты вскрывают одну из особенностей механизма размывания, которая является следствием автоколебательных движений жидкости в рассмотренной системе.

Повидимому, причина этого явления кроется в том, что при монотонной работе волн происходит постепенный нагон воды к берегу. Это вызывает некоторое повышение уровня воды у берега по сравнению с более удаленными областями, а следовательно, в определенные моменты могут возникнуть условия для срыва накопившейся массы в сторону от берега. При достаточно оформившемся склоне эти явления могут происходить с определенным периодом.

Вскрытые нами автоколебательные смены положительного и отрицательного расхода масс, повидимому, осуществляются в природных условиях в виде «разрывных течений». При этом срыв начинается в каком-либо одном месте, где и образует некоторое понижение уровня. Это, в свою очередь, обеспечивает появление вдоль берега движущих сил, которые вызывают сходящиеся к месту срыва береговые течения. Таким образом возникает отдельная струя достаточно большой силы, направленная в море. Затем уровень выравнивается, течение затухает, пока через некоторое время снова возникший нагон не приведет к повторению цикла.

К сожалению, сведения об явлениях подобного рода носят характер отдельных наблюдений и не позволяют изучить процесс достаточно точно, тем более, что в природных условиях накладываются существенные влияния сгонно-нагонных ветровых течений, еще более усложняющие анализ. Но даже в тех случаях, когда еще не сформировались явные, резко выраженные разрывные течения, автоколебательные движения описанного типа могут иметь место и должны учитываться при исследованиях.

Морской гидрофизический институт
Академии наук СССР

Поступило
20 II 1952