

ВОЛНОВЫЕ ДИССИПАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИБРЕЖНОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЕ Г. ОДЕССЫ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Сахненко О.И.

Одесский государственный экологический университет, Одесса

Как известно, проблема высокого уровня загрязнения морских вод в рекреационной зоне города Одессы возникает почти каждое лето. Одной из основных причин данной ситуации является ограниченный водообмен пляжных акваторий с прилегающей частью моря из-за наличия сплошных бетонных стенок волноломов. Из-за слабого разбавления чистыми морскими водами на прибрежных акваториях в летний период происходит накопление загрязняющих веществ, поступающих с дренажными и ливневыми стоками, многочисленными сбросами с прилегающих социально-бытовых объектов. В работе [1] в качестве наиболее перспективного решения данной проблемы предлагалось сделать по несколько проломов в стенках волноломов. В ходе моделирования ветро-волновой циркуляции вод [2] было установлено, что один-два пролома в волноломе относительно небольшой длины (10 м) на участках с изначально малыми скоростями течений приведут к существенному сокращению времени водообмена пляжных акваторий с морем. Для обоснования того или иного решения детального анализа требуют также протекающие на мелководье процессы трансформации и обрушения ветровых волн, так как они определяют переход энергии волн в энергию течений, а также интенсивность взвешивания донной субстанции и ее дальнейшее перемещение. Как результат процессов диссипации энергии и потери импульса в волнах, распространяющихся к берегу, возникают индуцируемые поверхностным волнением прибрежные системы течений. При движении нелинейных волн в толще воды создается направленный в сторону их распространения поток импульса. Обусловленное радиационными напряжениями действие волн - один из главных факторов, формирующих суммарную циркуляцию вод и наносов на побережье г. Одессы [3]. Под действием волновых колебательных движений и течений возникают такие аккумулятивные формы, как знаки ряби, рифели, подводные валы, и т.п. При распространении волн над мелководьем орбитальные движения частиц воды достигают дна, и происходит взмучивание слагающего его материала. Обрушение ветровых волн сопровождается дополнительной турбулизацией вод и также способствует переходу донного материала во взвесь.

Ранее в работе [4] были приведены результаты комплексного моделирования аккумулятивно-эрозионных процессов в прибрежной зоне во время прохождения штормов. Рассмотрим возможные изменения в литодинамике исследуемой прибрежной зоны, которые могут произойти с течением времени в результате полной или частичной разборки стенок

волноломов. Для этого проведем сравнительный анализ волновых диссипативных процессов на пляжных акваториях г. Одессы.

Проанализируем возможные изменения в отбереговом транспорте донного материала и переформирования берегового профиля, сопутствующие вариантам реконструкции волноломов в виде проломов 30- и 10-метровой длины.

Согласно исследованиям, объединяющим наблюдения над более чем 500 береговыми профилями [5], дополнительный вынос донного материала в сторону моря при нарушении условий равновесия берегового профиля можно определить через разность действительного и равновесного для

профиля значения диссипации волновой энергии в единице объема

$$Q=K(D- D_*), \quad (1)$$

Здесь $K = 2.2 \times 10^{-6}$ - параметр, определяющий скорость переноса, D_* - равновесное для данного берегового профиля значение диссипации волновой энергии в единице объема, D - ее действительное значение.

О потерях волновой энергии за счет обрушения ветровых волн в пляжных акваториях г.Одессы позволяет судить пространственное распределение зон обрушения [1]. Фактором, определяющим потери волновой энергии за счет трения о дно, является орбитальная скорость волнового движения у дна [6].

В пространственном распределении орбитальной скорости волнового движения у дна, рассчитанном по модели [6], прослеживается зона максимума, ориентированная вдоль линии волноломов. С внешней, морской стороны волнолома придонные орбитальные скорости волнового движения при штормовом ветре 14 м/с достигают 0,7-0,8 м/с.

При отсутствии волнолома на участке акватории от линии его положения до 10-метровой прибойной полосы придонная орбитальная скорость волнового движения составляет 0.40-0.60 м/с, что на 0.10- 0.20 м/с (до 50% величины) больше соответствующих расчетных значений в варианте сплошной стенки. Доля разрушившихся волн на указанном выше участке в 2-5 раз больше, чем при наличии волнолома. Таким образом, диссипация энергии волн происходит интенсивнее, и дно участка прибрежной акватории, морская граница которого соответствует положению волнолома, при отсутствии последнего будет подвержено более сильной эрозии, чем при его наличии.

При наличии в волноломе проломов 30-метровой длины орбитальная скорость волнового движения у дна на открытых волнению прибрежных участках размером около 20 × 40 м превышает соответствующие значения при сплошной стенке на 0.10-0.25 м/с и составляет 0.5 - 0.6 м/с.

Увеличение придонной орбитальной скорости волнового движения в данном варианте реконструкции на 10-50 % приведет к более интенсивному взмучиванию донных отложений на этих участках и повышению концентрации взвеси в водной толще. Интенсификация процессов обрушения волн [1] и увеличение потерь волновой энергии за счет придонного трения приведут к увеличению диссипации волновой энергии в единице объема по сравнению случаем сплошной стенки и дополнительному выносу песка в море [5]. Высота дошедшей к берегу волны на 0.05-0.1 м больше, чем в случае сплошной

стенки волнолома [1]. Поэтому при 30-метровых проломах дополнительно, размыву будут подвержены и открытые волнению участки бермы вследствие более интенсивной диссипации волн у берега, чем при существующей волноломе.

При наличии в волноломе 10-метровых отверстий потери волновой энергии за счет трения о дно на участке от линии волнолома до берега возрастут незначительно, т.к. орбитальная скорость волнового движения у дна превысит соответствующие значения случая сплошной стенки не более чем на 10-15 % на участках размером не более 10x10 м. Процессы диссипации волн на акватории за счет их обрушения также существенно не изменятся, так как поле ветровых волн, рассчитанное при 10-метровых проломах, не существенно отличается от варианта сплошной стенки волнолома [1]. Таким образом, на большей части акватории диссипация волновой энергии в единице объема воды не изменится. Согласно (1), можно предположить, что проломы такого размера не существенно повлияют с течением времени на интенсивность выноса донного материала за пределы прибрежной акватории. 10-метровые отверстия в волноломе практически не повлияют на интенсивность отберегового выноса донного материала и не повлекут переформирования берегового профиля. При строительстве берегозащитных сооружений на незащищенных акваториях, а также при реконструкции уже существующих волноломов в прибрежных бассейнах г.Одессы с застойными явлениями целесообразно чередование стенок волноломов с открытыми участками относительно малой ширины.

Список литературы

1. Тучковенко Ю. С., Сахненко О. И. Моделирование трансформации ветровых волн в прибрежной зоне моря при различных вариантах реконструкции волнолома //Український гідрометеорологічний журнал. - 2007. - №2.-С. 175-185.
2. Тучковенко Ю. С., Сахненко О. И. Комплексное моделирование динамики вод в прибрежной зоне моря при различных ветро-волновых условиях // Український гідрометеорологічний журнал. -2008. - №3 - С.202-213.
3. Тучковенко Ю. С., Сахненко О.И. Моделирование гидродинамических процессов в мелководной прибрежной зоне г.Одессы // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса: ОДЕКУ. - 2008. - вып.50, ч.2. - С.233- 239.
4. Сахненко О.И. Моделирование литодинамических процессов в мелководной прибрежной зоне г.Одесса // Вісник ОДЕКУ. - Одеса. - 2010. -вип.10. - С. 211 -220.
5. David L. Kriebel, Robert Dean Numerical Simulation of time-dependent beach and dune erosion // Coastal Engineering.- № 9,- 1985,- P.221-245.
6. SWAN. User manual / Delft University of Technology. Department of Civil Engineering. - Cycle IV, Version 40.31,2004. — 110 p.