

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ОТКОСНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОМ СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.А. МИРГЕЙДАРОВ

(Азербайджанская Республика, ГосНИПИ «Гипроморнефтегаз»)

По данным прогнозов последних геологических исследований можно утверждать, что основные запасы нефти и газа сосредоточены на площадях Каспийского моря с большими глубинами. Интенсивное освоение морских нефтегазовых месторождений в азербайджанском секторе Каспийского моря обусловило разработку и широкое применение морских нефтегазопромысловых гидротехнических сооружений (МНГС), морских стационарных платформ, морских эстакад и приэстакадных площадок, полупогружных плавучих буровых установок и т.д. [2].

Предполагается наличие значительных запасов нефти и газа, также на прибрежных, мелководных акваториях Бакинского архипелага (Карадаг, Сангачалы, Аляты, Песчаный, Пираллахи).

В целях экономии дефицитного и дорогостоящего металла институтом «Гипроморнефтегаз» проведены большие работы по созданию и внедрению гидротехнических сооружений из грунта и камня, о которых ниже пойдет речь.

В акваториях с малыми глубинами, защищенными от господствующего ветра и волнового режима типа Бакинской бухты, наиболее удачным является строительство гидротехнических сооружений в виде земляных платформ из местных материалов – песка и гравия. [1].

При проектировании земляных сооружений требовалось решить серию научно-технических задач по определению конструкции земляной платформы, размеров верхней отметки и величины ее наклона по дну моря. Размеры верхней площадки платформы определяются технологическими нуждами на основании схем расположения бурового оборудования: вышки, привышечной техники, материалов, инструментов и т.д.

По проектам института «Гипроморнефтегаз», был построен ряд земляных платформ и дамб длиной 3 км, соединяющий берег с островом Песчаный. Из этих песчаных платформ были пробурены разведочные и эксплуатационные нефтегазовые скважины. Прошло более 30 лет, а земляные гидротехнические сооружения из местных материалов до сих пор эксплуатируются.

При проектировании, строительстве и эксплуатации земляных платформ для обеспечения их долговечности от размыва особое внимание уделяли вопросам определения высоты выкатывания волн и значения их параметров, дрейфовой скорости течений.

Для предотвращения размыва волнением такие сооружения должны иметь хорошее крепление откоса и гребня.

Крепления должны отвечать двум требованиям:

предохранять поверхность укрепленного откоса от разрушения при динамическом воздействии обрушающихся волн, и не допускать выноса части грунта из тела сооружения.

Наряду с намывными дамбами на мелководных акваториях азербайджанского сектора Каспийского моря широкое применение нашли сооружения откосного профиля из несортированного и сортированного камня.

Строительным материалом для таких сооружений служили рваный камень и обломки скалы весом от 10-16 кг до несколько тонн. Для таких сооружений применены рваный камень изверженных пород или твердых осадочных пород – известняки, прочие песчаники. (Рис.1).

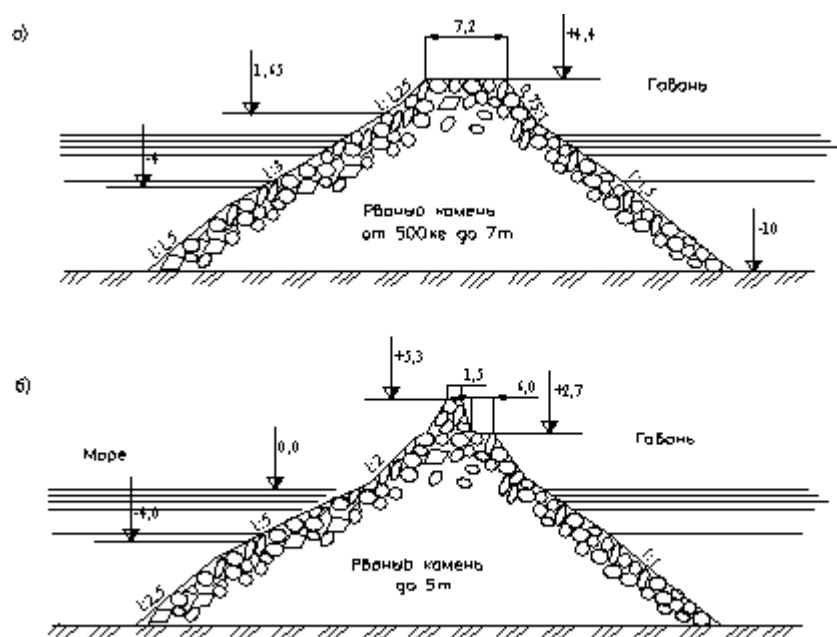


Рис.1 Дамбы из несортированного камня

В 2003 году на месторождении «Шимал гырышыгы» (о. Пираллахи) по проекту было построено сооружение откосного профиля для 4-х разведочных скважин.

Размеры верхней площадки сооружения по схеме бурового оборудования составили 63,0x83,0 м. Глубина моря 3,0÷3,5 м. Высота сооружения от уреза воды 2,5 м.

Площадка соединена с берегом при помощи такого сооружения длиной 300 м. Ширина дороги, соединяющая площадку с берегом, 8,0 м.

Возвышение верха сооружения Z_c под расчетным максимальным уровнем принимается выше наката волны 1% обеспеченности, т.е.

$$Z_c = h_{Н1\%} + \alpha \quad (1)$$

Запас α над высотой наката равен 0,1 высоты расчетной волны.

Расчет общей устойчивости откосов сооружения откосного типа вместе с основанием производится по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.

По этому методу отыскивают такое положение центра и такой радиус круглоцилиндрической поверхности, при котором достигается минимальное значение отношения удерживающих сил (трения, сцепления) к силам, стремящимся вызвать сдвиг основания. (Рис.2).

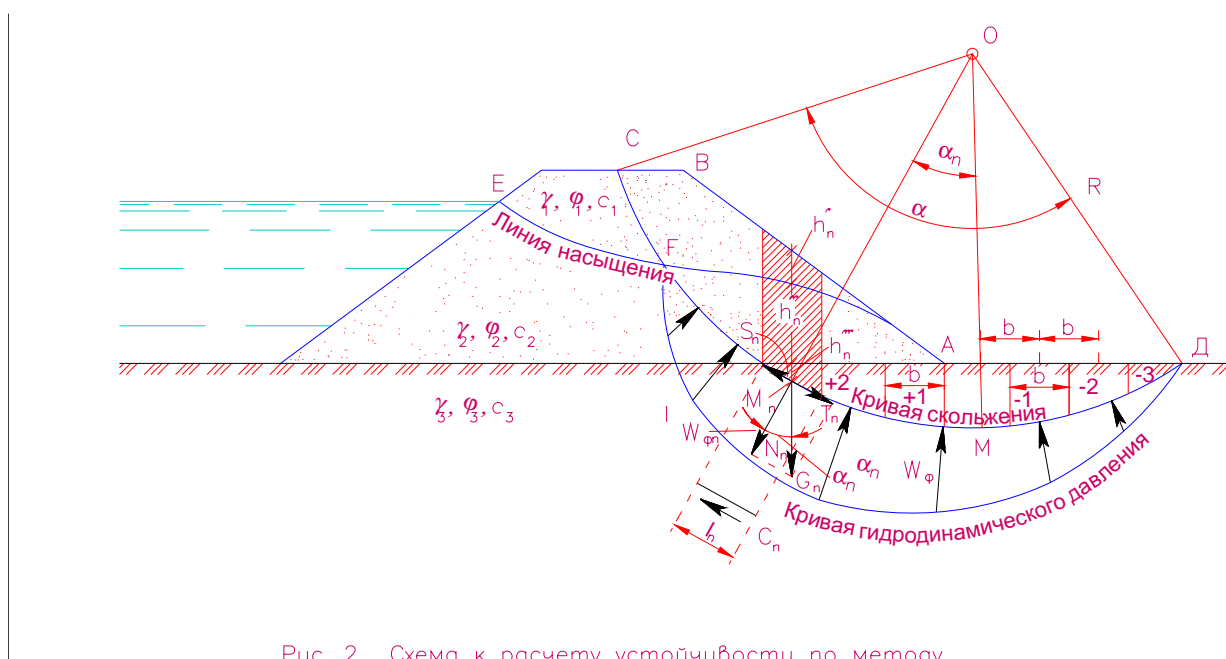


Рис. 2 Схема к расчету устойчивости по методу

Для определения распределения по поверхности скольжения напряжений, от которых зависит величина сил трения, сооружение и грунтовый массив разделяют на грузовые элементы. При этом допускают, что каждый грузовой элемент действует на поверхность скольжения самостоятельно и силы взаимодействия между соседними элементами поглощаются внутри массива ограниченного круговой поверхностью скольжения. Тогда силы трения на поверхности скольжения под грузовым элементом определяются по формуле [3]

$$T_i = G_i \cos X_i \operatorname{tg} \varphi_i \quad (2)$$

G_i – вертикальная сила, равная весу грузового элемента, кН.

X_i – угол между вертикалью и линией проведенной из центра O в точку приложения вертикальной силы к круговой поверхности скольжения.

На элементе поверхности скольжения длиной l_i полная сила сцепления равна произведению силы сцепления на единицу поверхности скольжения на длину участка $G_i l_i$.

Таким образом, сумму моментов пассивных сил на всей поверхности скольжения можно представить в следующем виде:

$$\sum M_{\text{comp}} = r \sum G_i \cos X_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum G_i l_i \quad (3)$$

Момент сдвигающих сил определяется выражением:

$$M_i = \sum C_i X_i \quad (4)$$

X_i - плечо силы G_i относительно центра поверхности скольжения.

Коэффициент устойчивости (K_c) определяется как отношение моментов реактивных сил к моментам активных сил:

$$K_c = \frac{r \sum G_i \cos X_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum G_i l_i}{\sum G_i X_i} \quad (5)$$

Большую роль играет давление волны на наклонные стенки сооружения откосного типа.

При обрушении волн на откос максимальное давление будет в точке В (Рис.3).

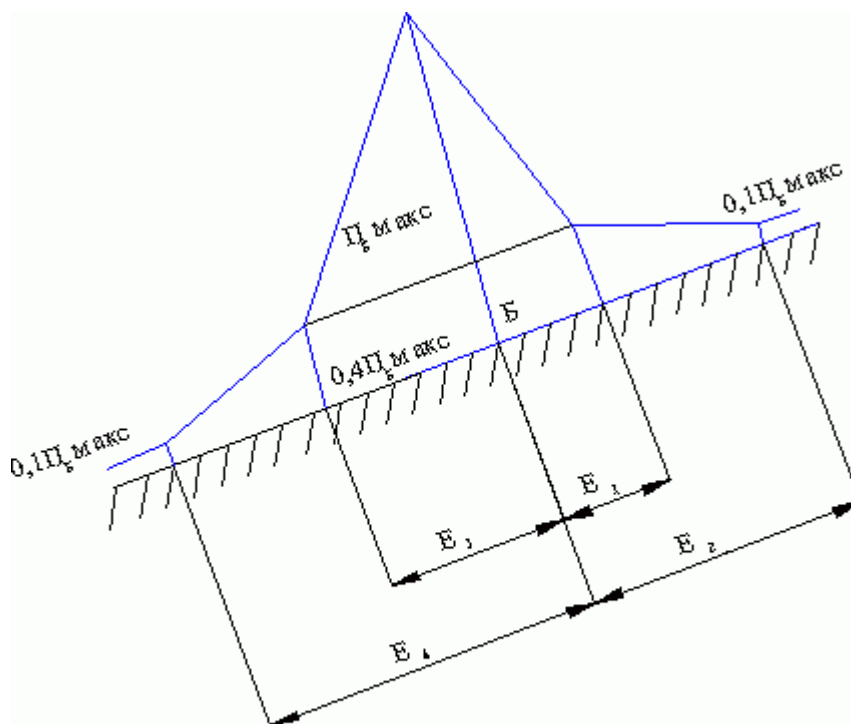


Рис. 3 Эюры волнового давления

Интенсивность этого давления определяется по уравнению

$$P_{B \max} = K\gamma \frac{v_B^2}{2g} \cos^2 \gamma \quad (6)$$

где γ — угол между касательной к траектории точки В и нормалью к откосу:

$$\gamma = 90^\circ - (\alpha + \beta) \quad (7)$$

v_B - скорость волновой струи в точке В, м/час.

При проектировании сооружения откосного профиля были учтены величины наката волн, от чего зависит отметка и конструктивное оформление верха сооружений. Высота наката волны определяется с помощью кривых, отражающих связь между относительной высоты наката $\frac{h_n}{h}$ и пологости волн $\frac{\lambda}{h}$ [4].

Устойчивость наклонной стенки сооружений откосного профиля также зависит от размеров камней и массивов. Камни и массивы при недостаточном весе могут потерять устойчивость от воздействия волнового потока и скатиться вниз.

Размер элемента наброски определяется уравнением:

$$a = k \frac{\gamma}{\gamma_m - \gamma} \cdot \frac{v_{\max}^2}{2g}, \quad (8)$$

v_{\max} - максимальная скорость воды на откосе, м/с

γ - объемный вес воды, тс/м³

γ_m - объемный вес массива или камня, тс/м³

k - коэффициент, зависящий от формы и характера поверхности камня.

Ввиду того, что описанные сооружения представляют большой интерес для народного хозяйства в освоении нефтяных и газовых месторождений на мелководных акваториях азербайджанского сектора Каспийского моря над этими сооружениями осуществлены нижеследующие мероприятия:

1. Систематическое наблюдение за выстроенными дамбами.
2. Теоретические и экспериментальные исследования дамбовых сооружений с откосами без крепления или со слабым креплением.
3. Работы по изысканию рациональной конструкции крепления откосов дамбовых сооружений.
4. Изучение волнового режима микрорайонов нефтеносных акваторий, где намечается строительство гидротехнических сооружений откосного профиля.

Литература

1. М.З. Керимов, А.А. Миргейдаров. Решение некоторых вопросов проектирования и строительства используемых дамб при освоении нефтяных месторождений на побережье Каспия /Международный энергетический форум «Газ и Нефть СНГ» — Ялта, 2004.
2. А.М. Ибрагимов Нефтегазопромысловые гидротехнические сооружения. М.:«Недра», 1996.
3. Проектирование и строительство морских нефтепромыслов — «Гипроморнефтегаз» Сб.трудов, Выпуск V. — Баку, 1973.
4. СНиП 2.06.04-82 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) – М. Стройиздат, 1986. — С.21-31.