

УДК 539.3

В.В.Вилькевич (соиск., каф. МВТС)

ОБ УЧЕТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГРИФОНОВ НА СООРУЖЕНИЯ

Основная опасность воздействия пузырькового факела заключается в том, что дополнительное воздействие грифона на буровую платформу в сочетании с другими внешними нагрузками при неблагоприятном их сочетании может привести к серьезным авариям и к повышению опасности при эвакуации экипажа спасательными судами. Другая опасность заключается в том, что возникающая над поверхностью воды концентрация природного газа огнеопасна. Выбросы газа часто сопровождаются выбросами нефти, а пузырьковый факел существенно влияет на схему распространения нефти.

Получили известность выбросы на месторождениях Ixtoc (Mexico, 1979), Fateh (Dubai, 1976), Haltenbaken (Norway, 1985). На месторождении Fateh выброс газа сопровождался пожаром [1]. Выброс газа во время работы полупогружной буровой установки (ППБУ) «Винлэнд» в 1984 году у берегов Канады подробно описан в [2]. Известны случаи и в отечественной практике [3], среди которых описание аварии на самоподъемной буровой установке (СПБУ) месторождения «Ракушечное», где в результате прорыва газа изменилась несущая способность основания, и произошел провал ног.

Пузырьки газа, всплывая, вовлекают воду в турбулентный восходящий поток. По мере приближения этого потока к поверхности моря, его направление изменяется от вертикального к горизонтальному, радиально направленному от центра выхода факела на поверхность [4]. В результате, в месте выхода восходящего потока на поверхность воды образуется возвышение в виде холма, высота которого по некоторым данным, основанным на натурных наблюдениях явления, достигает 7–8 метров. Это может привести к попаданию воды в открытые люки у заякоренного плавучего объекта и затоплению не защищенных технологических полостей. Так как газ смешивается с водой, средняя плотность газожидкостного потока меньше плотности окружающей воды, а это значит, что у плавучего объекта изменяется плавучесть и увеличится осадка.

Известно, что система заякорения ППБУ рассчитывается для трех основных режимов: бурение; «ежегодный шторм»; «жестокий шторм». В настоящее время из-за недостаточной изученности и малой вероятности возникновения, дополнительное гидродинамическое воздействие от пузырькового факела в нормативных документах не учитывается, хотя средние скорости вертикально-восходящего газо-водяного потока вдоль оси и радиально расходящегося горизонтального поверхностного потока может достигать 6 м/с [5]. Более того, если использовать вычисления, приведенные в работе [1], то типичный выброс газа на глубине 50 м может вызвать радиальные скорости на поверхности до 10 м/с.

Для расчетов системы заякорения ППБУ типа «Шельф» в режиме бурения устанавливаются следующие предельные параметры гидрометеоусловий: скорость ветра $V_B = 15$ м/с; скорость течения $V_T = 0,75$ м/с; высота волн $h_{3\%} = 5,0$ м. При этом, смещения в горизонтальной плоскости при проведении бурения не должны превышать 4% от глубины моря, H_0 . Усилия в цепях не должны превышать $1/3$ от разрывного усилия, $T_{\text{разр}}$.

Очевидно, что вызванное грифоном дополнительное поверхностное течение величиной в 3-10 м/с действующее на подводную часть ППБУ может существенно изменить нагрузку на систему заякорения и увеличить перемещения, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, а усилия в якорных цепях могут оказаться за пределами допустимых.

В зависимости от значений параметров факела и от того, в какой степени факел воздействует на подводную часть плавучего объекта, можно прогнозировать негативное

воздействие на объект. К главным параметрам, которые необходимо учитывать при воздействии грифона на плавучий объект следует отнести: геометрические размеры факела; эпюры скоростей в различных сечениях факела; изменение плотности в теле факела.

Анализируя зависимости, предложенные в работе [6], можно предположить, что для глубин более 100 метров, на которых преимущественно используются ППБУ, даже при очень интенсивном выбросе в $Q_0 = 200-300 \text{ м}^3/\text{с}$ высота зоны Z_1 над источником выброса не превышает 10 м. Максимальная осадка ППБУ типа «Шельф» при бурении составляет величину не более 15 м, таким образом, понтоны и колонны буровой установки располагаются в зоне Z_2 – зоне установившегося потока пузырькового факела [7].

Совершенно очевидно, что воздействия от грифонов необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации сооружений на шельфе, но для внесения рекомендаций в СНиПы необходимо проведение дополнительных, как теоретических, так и экспериментальных крупномасштабных исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Moros A. & Dand I. Two-phase flows as a result of a sub-sea blowout and their effect on the stability of structures. OTC 6478 1990, pp. 497-506.
2. Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, 1984, № 3, с. 61.
3. Вилькевич В.В., Беляев Н.Д. Гидродинамические воздействия на морские буровые платформы в результате возникновения грифонов. XXII Неделя науки СПбГПУ. Ч.1. СПб.: Издательство СПбГПУ, 2004. с. 13-15
4. Markus J.F. Bubble Plumes and Their Interactions with the Water Surface. Diss. ETH №. 12667. Swiss federal institute of technology Zurich. 1998.
5. Milgram J.H. Erb P.P. How Floaters Respond to Subsea Blowouts. Petroleum Engineer International. 1984. №7. pp. 64-70.
6. Milgram J.H., Van Houten P.J. Plumes from subsea well blowouts. Behavior of offshore structures. – Proceedings of 3rd International Conference. Cambridge, Mass, 1982, vol.1. Washington, 1983. p. 650-684.
7. Вилькевич В.В., Беляев Н.Д., Михаленко Е.Б. Определение параметров пузырькового факела (грифона), возникающего при бурении на шельфе. XXIII Неделя науки СПбГПУ. Ч.1: СПб.: Издательство СПбГПУ, 2005.