

УДК 629.563.2:629.5.03

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПЛАВУЧЕЙ БУРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Железняк А.В., Железняк В.Г.

Произведен анализ мощности энергетических установок морских плавучих платформ, используемых на континентальном шельфе для добычи углеводородов. Получены аналитические зависимости мощности, которые могут быть использованы на начальных стадиях проектирования платформ в экономико-математических моделях при оптимизации основных характеристик и элементов морских платформ.

По состоянию на декабрь 1999 г. на континентальном шельфе в эксплуатации находилось 941 платформа. Из них самоподъемные плавучие буровые платформы (СПБП) составили 362 (41%), буровые платформы (БП) – 283 (30%), полупогружные платформы (ППП) – 157 (17%), буровые баржи (ББ) – 51 (5%), буровые суда (БС) – 29 (3%), тендерные платформы (ТП) – 29 (3%), погружные платформы (ПП) – 7 (1%), арктические платформы (АП) – 3 (0,3%) [1]. Коэффициент использования платформ колеблется в диапазоне от 0,4 до 0,8 и зависит от наличия контрактов на буровые работы.

Энергетические установки (ЭУ) различных типов плавучих буровых платформ (ПБП) являются основным элементом, который влияет на главные размерения платформы и ее технико-экономические показатели. В этой связи оптимизация главных размерений платформы, систем позиционирования непосредственно связано с оптимизацией мощности ЭУ.

ЭУ представляют собой комплекс основных и вспомогательных механизмов, предназначенных для обеспечения энергией всех потребителей, выполняющих технологические операции по проводке скважин, постановке и снятию платформы с точки бурения, переходу, а также для обеспечения безопасности и бытовых нужд команды. Основными процессами при бурении являются: разрушение пород, очистка забоя от выбуренной породы, крепление неустойчивых стенок скважины. В соответствии с этим в состав буровых установок входят: механизмы для вращения и подачи инструмента, спуска и подъема бурильных колонн; оборудование для приготовления и нагнетания бурового и цементировочного растворов, очистки забоя от шлама; оборудование для грузоперевалочных работ; силовой привод и прочее технологическое и общесудовое оборудование. Кроме обеспечения энергией основных технологических операций, ЭУ самоходных ПБП должны обеспечить энергией движители, а на ППП и БС – системы динамического позиционирования.

Силовой привод буровых установок включает в себя двигатели и передаточные устройства, приводящие в движение исполнительные механизмы.

Силовой привод может быть групповым, индивидуальным (одноводвигательным) и многодвигательным.

В отличие от наземных буровых установок, на которых в качестве привода технологического оборудования используется как электропривод, так и дизельный привод, на плавучих платформах основным является электропривод. Поэтому энергетическая установка представляет собой электростанцию, состав и мощность которой определяются мощностью потребителей при различных режимах работы. Особенности эксплуатации электрооборудования ПБП – эксплуатация электрооборудования во взрывоопасных средах и в морских условиях – предъявляют дополнительные требования к надежности и качеству этого оборудования по сравнению с оборудованием, применяемым на наземных буровых установках. Увеличение энергооборуженности технологического оборудования, многофункциональный и многорежимный характер нагрузки требуют резервирования мощности и предъявляют специальные требования к вопросам обеспечения ремонта ЭУ в морских условиях.

Мощность энергетической установки современных ПБП, используемых для поискового и разведочного бурения не превышает 10000 кВт. В связи этим в качестве первичных двигателей генераторов электрического тока на большинстве платформ используют от двух до пяти основных дизелей, из которых один, как правило, резервный и одного-двух вспомогательных дизель-генераторов мощностью от 300 до 750 кВт.

Авторами был проведен анализ установленной мощности энергетической установки зарубежных ПБП в функции глубины бурения, водоизмещения и лавных размерений. Для анализа были использованы данные по зарубежным ПБП [2-4]. При анализе мощности плавучих буровых платформ были использованы статистические данные по 18 типам СПБП (от 2 до 6 платформ одного типа), что соответствует 15% выборке, по 28 типам ППП – (выборка 25%), по 16 типам БС (выборка 30%). Также были проанализированы 49 типов буровых технологических комплексов, применяемых при разработке морских нефтегазовых месторождений.

Обработка статистических данных проводилась по методу наименьших квадратов с применением стандартных функций среды EXCEL.

Следует отметить, что при бурении скважин глубиной более 7500 м диаметр эксплуатационной колонны, как правило, не превышает 73 мм, в то время как на меньших глубинах – 114 мм и более. В связи с этим мощность, необходимая для бурения скважин на глубину свыше 7500 м диаметром 73 мм соизмерима с мощностью, необходимой для бурения скважин диаметром 114 мм на глубине 7500 м, при анализе рассматривался интервал глубин бурения от 2000 до 7500 м.

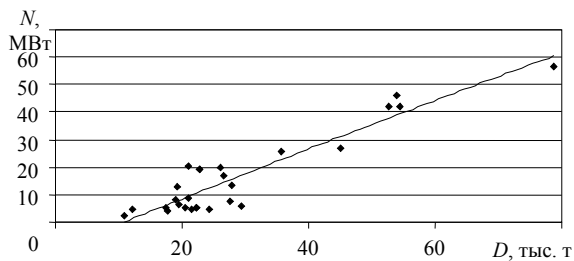


Рисунок 1 – Зависимость мощности эксплуатационных ППП от водоизмещения

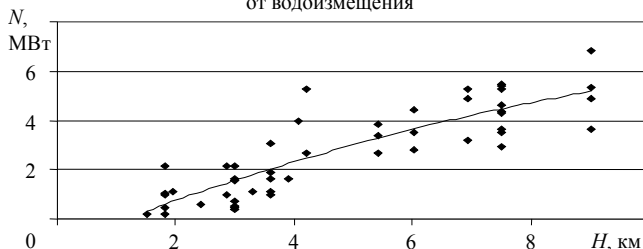


Рисунок 2 – Зависимость мощности БУ от глубины бурения

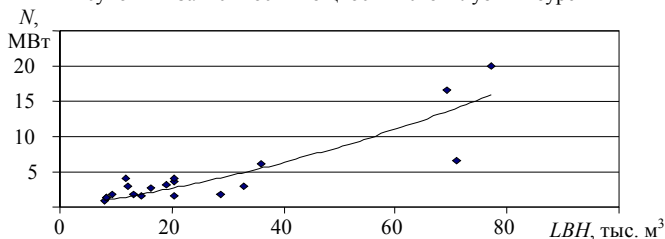


Рисунок 3 – Зависимость мощности СПБУ от кубического модуля

Анализ статистических данных показал, что для зарубежных самоподъемных плавучих буровых установок с электроприводом установленная мощность изменяется пропорционально квадрату глубины бурения. При решении внешней задачи проектирования – оптимизации основных характеристик ПБП установленную мощность (в диапазоне глубин бурения h от 2 до 8 км) плавучих платформ различного целевого назначения можно представить следующими аналитическими зависимостями:

$$N_{\text{ППП}} = -0,0005 \cdot D^2 + 0,9368 \cdot D - 10,03,$$

$$N_{\text{СПБП}} = 0,0013 (LBH)^2 + 0,1075 (LBH),$$

$$N_{\text{БУ}} = -0,0306 h^2 + 0,967 h - 10,64,$$

где N – мощность энергетической установки, МВт (ППП, СПБУ и БУ соответственно); D – водоизмещение, тыс. т ($D > 15$ тыс.т); (LBH) – кубический модуль, тыс м^3 ; h – глубина бурения, км.

Полученные аналитические зависимости установленной мощности могут быть использованы в экономико-математических моделях при оптимизации основных характеристик и элементов морских платформ на начальных стадиях проектирования платформ.

Библиография

1 Carter Greg J. Offshore platform rigs adapting to weight-space restrictions for floaters. / Greg J. Carter // Offshore Magazin. — Houston, Texas, USA. — 2000. — V. 60. — № 4. — P. 62, 64, 224.

2 Maloney J., Penn J., Kota R., Vamderberg R.. 2000 worldwide review of offshore production units (mopus) /John Maloney, James Penn, Ravi Kota, Ron Vamderberg. // Offshore Magazin. — Houston, Texas, USA. — 2000. — V. 60. — № 2. — P. 98–116.

3 Albaugh E.K. Offshore platform rigs. / E. Kurt Albaugh // Offshore Magazin. — Houston, Texas, USA. — 2000. — V. 60. — № 4. — P. 65–84.

4 Harding B.W. 2000 worldwide survey of deepwater drilling rigs. Drilling rigs operating in water depths $>3,500'$. / Barry W. Harding, E. Kurt Albaugh // Offshore Magazin. — Houston, Texas, USA. — 2000. — V. 60. — № 7. — P. 65–84.

Поступила в редакцию 01.03.2001 г.