

DOI 10.15589/jnn20150205

УДК 629.563.3

Г93

**DEVELOPMENT OF DRILLING VESSELS
AND ALTERATION OF THEIR MAIN ELEMENTS****РАЗВИТИЕ БУРОВЫХ СУДОВ И ИЗМЕНЕНИЕ ИХ ГЛАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ****Mykhailo M. Guk**

mykhailo.guk@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6695-0856

М. Н. Гук,

канд. техн. наук, доц.

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv**Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Abstract. Development of drill ships and elements of their hull form in the existing division of ocean engineering structures to generations with typical rated water depths has been analyzed. The aim of the study is determination of development trends of the drill ships and obtaining their length depending on the water depth, ranges of main dimensions proportions for estimating hull form elements in the early stages of design. The database of 45 drill ships projects of 1965–2014 yrs. constructed by technical data is analyzed analytically, elements of the ship hull form — in Excel annex as points of passive experiment. The tendencies of drill ships development are determined as follows: drilling in ultra-deep water up to 3600 m, use of dual activity derrick on full-size drill ships for reducing operational time, use of a new box structure derrick with a lowered center of gravity that reduces the size of the drill ships, obtained dependence of the ships length from the rated water depth. The research results can be applied in the ships design for estimating the drill ship's hull form elements at the stage of conceptual design. The suggested dependences allow performing quick calculation at the initial stage of development as the drill ships sizes and the general parameters of the offshore field development project.

Keywords: drillship; principal dimensions; rated water depth; derrick; proportion of dimensions.

Аннотация. Проведен анализ развития буровых судов с позиций их конструкции, особенностей формы корпуса и главных размерений. Получена зависимость длины судна от глубины воды путем обработки статистических данных по буровым судам разных поколений.

Ключевые слова: буровое судно; главные размерения; глубина воды; буровая вышка; соотношение размерений.

Анотація. Проведено аналіз розвитку бурових суден з позицій їх конструкції, особливостей форми корпусу і головних розмірів. Отримано залежність довжини судна від глибини води шляхом обробки статистичних даних з бурових суден різних поколінь.

Ключові слова: бурове судно; головні розміри; глибина води; бурова вишка; співвідношення розмірів.

REFERENCES

- [1] Novikov A. I., Fedotov Yu. D. *Okeanotekhnika proshlogo i nastoyashchego* [Past and present ocean technology]. Sevastopol, Kruchinin L. Yu. Publ., 2007. 256 p.
- [2] Shostak V. P. *Effektivnost tekhniki osvoeniya okeana* [Effectiveness of the ocean development technology]. Kyiv, Nayrova dumka Publ., 2002. 319 p.
- [3] *Performance specifications on board scientific measurement capabilities, and survey of drilling vessels*. Report from the Conceptual design committee to the U.S. National Science Foundation, 2000. 50 p.
- [4] *Ship Design and Construction*. Written by a group of authorities, 1980. 733 p.
- [5] Thompson M., Walker R. *Build Build Build — The new boom in Drilling Rig Construction*. Aberden, Epeus Group Publ., 2013. 9 p.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Освоение с середины прошлого века все новых и новых месторождений не только на континентальном шельфе, но и в глубоководных зонах океана компенсирует исчерпаемость невозобновляемых источников

энергии (нефтегазовых месторождений на суше) и обеспечивает увеличение потребления энергоресурсов на планете. Далеко в прошлом остались времена, когда только стационарные буровые платформы выполняли функции и бурения, и эксплуатации подводной

скважины. С увеличением глубины воды и появлением эксплуатационных систем FPSO (Floating production storage and offloading) плавучие сооружения океанотехники специализируются. Согласно прогнозам [5] в период 2010–2020 гг. впервые количество построенных буровых судов в 2 раза (111 против 57) превысит количество построенных полупогружных плавучих буровых установок (ППБУ). Это связано с большей грузоподъемностью и дальностью плавания буровых судов, их меньшей зависимостью от судов обеспечения, что особенно актуально для отдаленных от береговой черты месторождений и глубоководного бурения (до 3600 м), т. к. снижает общую стоимость буровых работ. При этом суточная стоимость контракта бурового судна [5] в 2012 году составляла \$450000, ППБУ — \$360000, самоподъемной плавучей буровой установки — \$100000.

Перечисленные преимущества делают актуальными вопросы проектирования буровых судов и, в первую очередь, определения их главных элементов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исторические аспекты и современное состояние океанотехники в широком понимании этого термина в [1], обзор и технический анализ вопросов проектирования плавучих сооружений океанотехники (буровых судов и платформ) в [2] не содержат базы данных по буровым судам. Информация о главных элементах современных буровых судов находится в рекламных проспектах компаний-контракторов (компаний, об-

ладающих флотом плавучих буровых установок и занимающихся бурением по контрактам). Немногочисленная информация с обобщением для соотношения длины к ширине бурового судна $L/B=6$ в [4], содержательный набор статистики по главным элементам буровых судов в [3], тем не менее, не дают аналитических выражений для определения их главных размеров и не содержат анализа и тенденций их развития.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — анализ развития буровых судов и статистических данных по их главным размерам и соотношениям размерений, поиск аналитической зависимости длины судна от глубины воды.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Анализ проведен на основе базы данных, состоящей из 40 проектов судов [3] и дополненной данными по буровым судам 7-го поколения (всего — 45 проектов). В океанотехнике сложилось деление плавучих буровых установок на поколения (табл. 1).

Следует отметить, что соответствие года постройки судна и глубины воды является условным, т. к. в результате модернизации судно раннего поколения может приобретать способность бурения при большей глубине воды с соответствующим изменением своего поколения. Принято допущение об отнесении судна к поколению по глубине воды, а не по году постройки.

Исследованием установлено, что буровые суда ранних поколений (например «Pelican» (1972 г.) (см. табл. 1), «Pelerin» (1981 г.) (рис. 1, а) имеют корпуса, похожие на корпуса сухогрузов, при коэффициенте общей полноты около 0,7. Шахта для пропуска

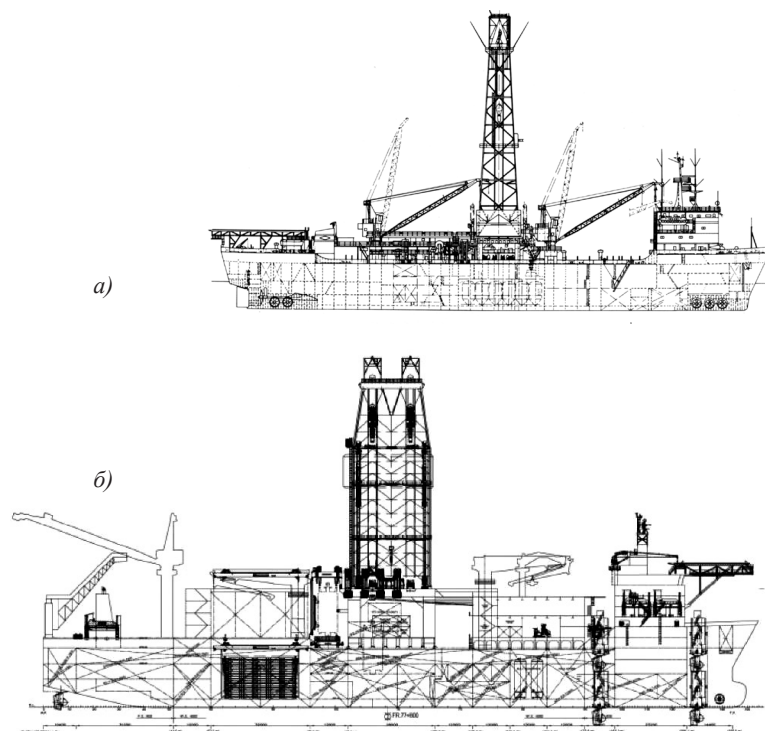


Рис. 1. Буровые суда: а) — 3-е поколение «Pelerin» (1981 г.); б) — 6-е поколение «ENSCO DS-3» (2010 г.)

Таблиця 1. Покоління бурових судів і співвідношення їх головних розмірів (B — ширина судна найбільша, D — висота борта, d — осадка судна)

Глибина води максимальна, м	Покоління (роки будівництва судів відповідного покоління)	Діапазон довжин між перпендикулярами судів $L_{\text{мн}}$, м/кількість судів	Діапазони значень співвідношень головних розмірів			Коефіцієнт загальної повноти δ
			$L_{\text{мн}}/B$	B/d	D/d	
200	1 (до 1969 г.)	106/1	—	—	—	—
300	2 (1969...1974)	137...146/3	4,77...7,22	3,17...3,95	1,67...1,73	0,68
500	3 (1975...1989)	107...171/7	5...7,01	2,74...2,8	1,47	—
1000	4 (1990...1997)	125...144/3	5,4...6,67	2,63...2,92	1,41	—
2500	5 (1998...2004)	137...154/10	4,36...6,22	3,22...5,29	1,68...1,96	—
3000	6 (2005...2010)	158...235/16	4,85...6,35	3,0...4,94	1,44...2,24	0,82
3600	7 (с 2011 г.)	210...213/5	4,99...5,91	3,79...4,94	1,89...2,34	—

бурової колонни на цих судах уже прямокутної форми (в отличие от «Discoverer 511» (1965 г.), имевшего круглую шахту). В дальнейшем развитии корпуса буровых судов приобретают форму, близкую корпусам танкеров и балкеров, с коэффициентом общей полноты 0,8...0,85. Иногда при полных обводах носовой оконечности, бульб не предусматривается, а скорость хода большинства буровых судов не превышает 13 уз.

Стремление к сокращению времени буровых работ в условиях освоения бурения при глубине воды, превышающей 1000 м, привело в 90-е годы к изменениям в конструкции буровой вышки: появился второй механизм подъема (рис. 1, б), позволяющий проводить параллельно спуско-подъемные и буровые операции. Длина буровых судов достигла 235 м, водоизмещение — 90...100 тыс. т, а возвышение буровой палубы над верхней палубой — 15 м.

Буровая вышка новой (коробчатой, а не ферменной) конструкции применена компанией «Halsman» из Нидерландов в 2010 г. Новшеством стал «карусельный» принцип подачи буровых труб при возвышении буровой палубы над верхней всего лишь на 5 м. Это ознаменовало «технологический прорыв» в конструкции буровых судов. Размеры буровых судов с вышкой коробчатой конструкции уменьшились на 20% — до 190 м, а водоизмещение — до 60 тыс. т

при сохранении рабочих характеристик полноразмерных буровых судов.

Обработкой статистических данных получено аналитическое выражение, связывающее длину бурового судна $L_{\text{мн}}$, м с глубиной воды h , м на точке бурения:

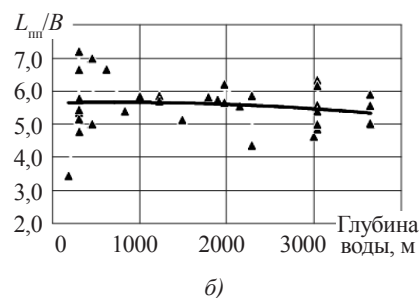
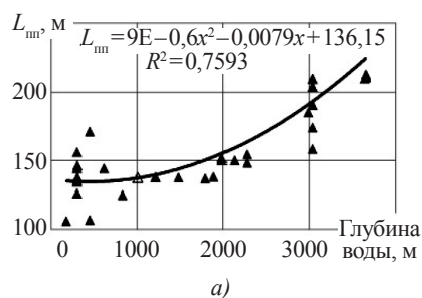
$$L_{\text{мн}} = 136,15 - 0,079h + 0,000009h^2.$$

Недостаточно высокое значение достоверности аппроксимации ($R^2=0,76$) говорит о неоднозначности полученной зависимости, что особенно заметно для судов, производящих бурение при глубине воды 3000 м (рис. 2, а).

Найдены соотношения длины L к ширине B бурового судна (рис. 2, б и табл. 1). Как видно из таблицы, значения L/B для современных буровых судов седьмого поколения находятся в интервале 5...6.

Отношение B/d достигло значения 5, начиная с судов 6-го поколения. Прием буровым судном водяного балласта (с изменением осадки d) обеспечивает стабилизирующий эффект на волнении в процессе проведения буровых работ. Аппроксимирующие зависимости соотношения B/d для осадки бурового судна в режиме перехода к месту бурения и режиме бурения представлены на рис. 3, а.

Диапазон 1,41...2,34 (табл. и рис. 3, б) характеризует интервал значений соотношения D/d для буровых судов разных поколений.

**Рис. 2.** Залежності для бурового судна: а — довжини $L_{\text{мн}}$, м; б — співвідношення довжини к ширині L/B від глибини води при буренні

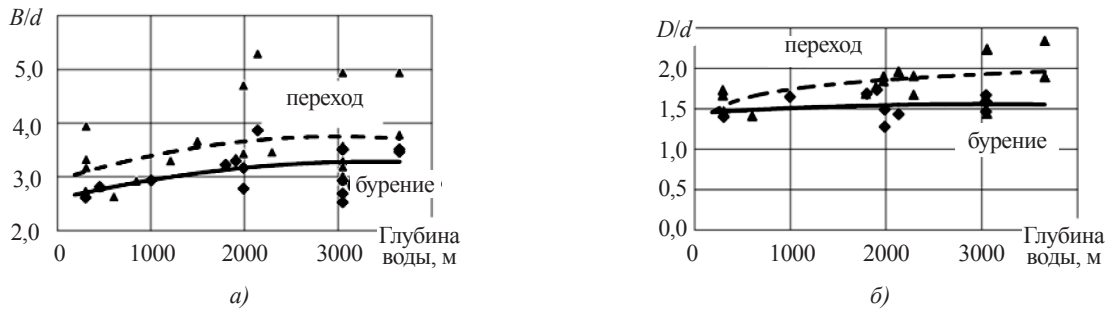


Рис. 3. Зависимости для бурового судна: а — соотношения ширины к осадке B/d ; б — соотношения высоты борта к осадке D/d от глубины воды при бурении

ВЫВОДЫ. 1. В результате анализа конструкции и характеристик буровых судов разных поколений определены их особенности и тенденции развития, а именно:

- использование буровых вышек с дублированием рабочих операций на полноразмерных буровых судах, что сокращает время буровых работ;
- использование буровых вышек новой коробчатой конструкции со сниженным положением центра тяжести, что позволяет уменьшить размеры бурового судна.

2. Получена аналитическая зависимость длины бурового судна от расчетной глубины воды на точке бурения. При применении зависимости на начальной стадии проектирования бурового судна необходимо учитывать конструктивные особенности буровой вышки, которую предполагается использовать: буровая вышка обычной конструкции или с дублированием операций, или коробчатой конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Новиков, А.И. Океанотехника прошлого и настоящего [Текст] / А.И. Новиков, Ю.Д. Федотов. — Севастополь : Издатель Кручинин Л.Ю., 2007. — 256 с.
- [2] Шостак, В.П. Эффективность техники освоения океана [Текст] / В.П. Шостак. — К. : Наукова думка, 2002. — 319 с.
- [3] Performance specifications on board scientific measurement capabilities, and survey of drilling vessels. — Report from the Conceptual design committee to the U.S. National Science Foundation [Text] / 2000. — 50 p.
- [4] Ship Design and Construction [Text] / Written by a group of authorities. — Robert Taggart, Editor, 1980. — 733 p.
- [5] Thompson, M. Build Build Build — The new boom in Drilling Rig Construction [Text] / M. Thompson, R. Walker. — Aberden : Epeus Group, 2013. — 9 p.

© М.М. Гук

Надійшла до редколегії 18.02.2015

Статтю рекомендує до друку
канд. техн. наук, проф. А.М. Вашедченко