

УДК 629.563.6.001.63

Г.В. Лекарев, доцент, канд. техн. наук*Севастопольский национальный технический университет**Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ГЛАВНЫМИ РАЗМЕРЕНИЯМИ ТРУБОУКЛАДОЧНЫХ СУДОВ С КОРПУСОМ ПОНТОННОГО ТИПА***Предлагаются зависимости между главными размерениями трубоукладочных судов с корпусом понтонного типа и с S-образным способом укладки подводного трубопровода.*

Актуальность темы. Объемы потребления природного газа в Украине за последние годы составляют более 70 млрд. м³/год (76,3 млрд. м³ в 2003г.), а нефти – 20 млн. т/год [1]. По прогнозам, потребление газа в 2010 г. составит 76 млрд. м³, до 2020 г. возрастет до 86 млрд. м³, а до 2030 г. – до 91 млрд. м³. Объемы переработки нефти будут составлять в 2010, 2020 и 2030 гг. соответственно 20,2, 26,4 и 30,7 млн. т [2]. В настоящее время страна добывает самостоятельно 24...25 % газа и около 20 % нефти от собственной потребности [2, 3].

В прежние годы известные энергетические ресурсы на континентальном шельфе Украины, разрабатывать которые было дорого или рискованно, считались непродуктивными. Появление новых технологий сделало теперь ресурсы такого рода экономически извлекаемыми.

Следовательно, освоение месторождений нефти и газа на шельфе Украины является одной из важнейших задач развития топливно-энергетического комплекса страны.

Цель статьи. Для выполнения вышеуказанной задачи необходимо также решить проблему транспортировки углеводородов от месторождений к береговым базам. Трубоукладочные суда (ТУС) позволяют решить соответствующую задачу трубопроводным транспортом, который может служить как для доставки собственного углеводородного сырья от месторождений на шельфе Украины к береговым базам, так и для транзита нефти и газа в Европу.

Создание ТУС в Украине затруднено отсутствием достаточного опыта в их проектировании и постройке, а также малым количеством опубликованных работ, необходимых для рационального проектирования судов такого типа, что объясняется закрытостью информации по ТУС зарубежной постройки. Поэтому решение вопросов, связанных с разработкой теоретических основ проектирования судов данного типа, представляет практический интерес.

Изложение основного материала. При рассмотрении ряда вопросов проектирования принято выражать элементы судов через главные размерения: длину L , ширину B , высоту борта на миделе D и осадку d [4]. Но на начальных этапах проектирования ТУС решение данной задачи затруднено недостатком исходной информации, что делает невозможным использование расчетных зависимостей, приведенных в классических трудах по проектированию судов.

Так, при выборе расчетной длины ТУС L понтонного типа определяющей является задача нахождения минимальной длины палубы из условия размещения на ней технологического оборудования $L_m = l_0 \cdot (n_{св} + n_{всп}) + l_{цс}$, где L_m – минимальная длина палубы из условия размещения на ней технологического оборудования, м; l_0 – начальная длина секции свариваемого ПТ, м; $n_{св}$ – число сварочных постов; $n_{всп}$ – число вспомогательных постов (пост гаммаграфирования, пост изоляции стыка и др.); $l_{цс}$ – длина центровочного стола, м.

Технологическое оборудование, устанавливаемое на ТУС, и способы его размещения отличаются большим разнообразием. Поэтому для определения ширины ТУС из условия размещения на ней технологического оборудования необходим перечень оборудования и его паспортные данные. В общем виде ширину ТУС B из условия размещения на ней технологического оборудования можно определить из выражения $B = b_{кр} + b_{мл} + b_{скл} + b_{пер} + b_{пр} + b_{тр.з}$, где $b_{кр}$ – ширина кранов, устанавливаемых вдоль борта и предназначенных для сращивания трубопроводов, для присоединения стояков, а также в процессе сборки стингера; $b_{мл}$ – максимальная ширина технологической линии; $b_{скл}$ – суммарная ширина склада труб; $b_{пер}$ – ширина устройства для перегрузки труб, в случае, если перегрузка в место складирования труб осуществляется со снабжающего судна с помощью средств ТУС; $b_{пр}$ – суммарная ширина проходов между оборудованием; $b_{тр.з}$ – ширина площадки для размещения трубозаглубителя.

Таким образом, с одной стороны, ширина корпуса определяется необходимостью размещения технологического оборудования, осадка ограничивается глубиной района эксплуатации, а с другой – обе эти величины определяются начальной остойчивостью.

Ширина и осадка d из условия остойчивости обычно определяются из решения ряда уравнений.

Уравнение масс – $\Delta = \sum_{i=1}^{12} P_i$, где Δ – массовое водоизмещение ТУС, т. Составляющие массовой

нагрузки P_i включают: P_k – масса оборудованного корпуса, судовых устройств и систем, дельных вещей, т; P_m – масса энергетической установки, оборудования машинного отделения, электроэнергетической системы, внутрисудовой связи и управления, т; $P_{тл}$ – масса топлива и смазочных материалов, т; $P_{эк}$ – масса судового снабжения, судового и производственного экипажей, провизии, воды, расходных материалов, т; $P_{бл}$ – масса балласта, т; $P_{зв}$ – запас водоизмещения, т; $P_{яс}$ – масса якорно-швартовой системы, т; $P_{гв}$ – масса грузовых устройств, т; $P_{то}$ – масса технологического оборудования, т; $P_{мс}$ – масса технологического снабжения, т; $P_{ну}$ – масса натяжных устройств, т; $P_{ст}$ – масса стингера, т.

Уравнение плавучести – $\Delta = \rho_v \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot d$, где ρ_v – плотность забортной воды, т/м³; C_B – коэффициент общей полноты.

Уравнение поперечной остойчивости – $\theta = M_{кр} / \Delta \cdot h_0$, где θ – угол крена, рад; $M_{кр}$ – кренящий момент, т·м; h_0 – начальная поперечная метацентрическая высота, м.

Уравнение продольной остойчивости – $\Psi = M_{диф} / \Delta \cdot H$, где Ψ – угол дифферента, рад; H – продольная метацентрическая высота, м; $M_{диф}$ – дифферентующий момент, т·м.

Эти зависимости значительно упрощаются, если удастся получить устойчивые связи между самими размерениями. Применительно к ТУС данная задача в полном объеме ранее не решалась.

В дальнейшем выполнена статистическая обработка данных по 30 ТУС с корпусом понтонного типа и S – образным способом укладки подводного трубопровода [5]. В ходе анализа выявлены устойчивые зависимости между главными размерениями ТУС. Эти зависимости, показанные на рисунках 1 – 6, аппроксимированы в виде полиномиальных формул (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимости между главными размерениями трубоукладочных судов

Вид зависимости	Зависимости	Величина достоверности аппроксимации, R^2
$L=f(B)$	$L = 0,0015 \cdot B^2 - 0,0317 \cdot B + 13,664$	0,7725
$L=f(D)$	$L = -0,00005 \cdot D^2 + 0,0745 \cdot D - 0,3268$	0,8636
$L=f(d)$	$L = -0,00002 \cdot d^2 + 0,0396 \cdot d - 0,2107$	0,7558
$B=f(D)$	$B = 0,0014 \cdot D^2 + 0,2472 \cdot D - 0,6207$	0,7778
$B=f(d)$	$B = -0,0035 \cdot d^2 + 0,3153 \cdot d - 2,198$	0,7144
$D=f(d)$	$D = -0,0348 \cdot d^2 + 0,9296 \cdot d - 0,9886$	0,8355

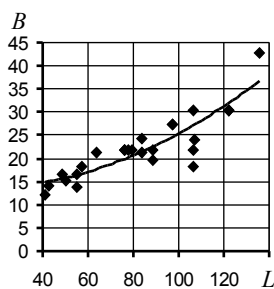


Рисунок 1 – Зависимость $L=f(B)$

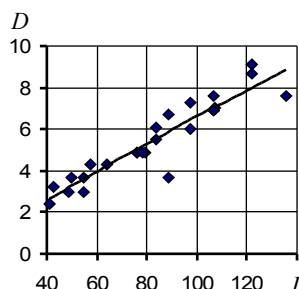


Рисунок 2 – Зависимость $L=f(D)$

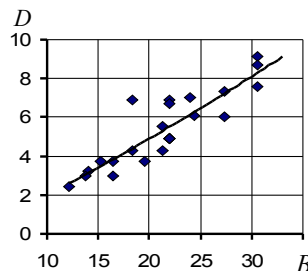
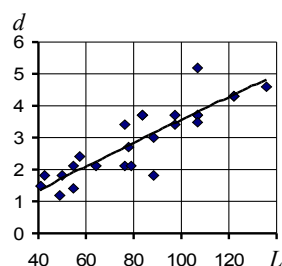
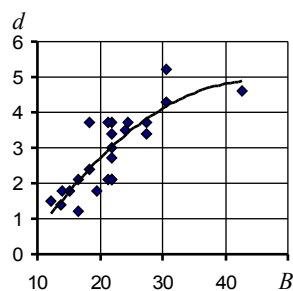
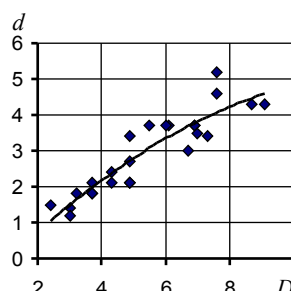


Рисунок 3 – Зависимость $L=f(d)$ Рисунок 4 – Зависимость $B=f(D)$ Рисунок 5 – Зависимость $B=f(d)$ Рисунок 6 – Зависимость $D=f(d)$

ВЫВОДЫ

1. Выполненный анализ позволил получить зависимости между главными размерениями трубоукладочных судов с корпусом понтонного типа и с S-образным способом укладки подводного трубопровода, которые могут использоваться на начальном этапе проектирования в условиях максимальной неопределенности.

2. В дальнейших исследованиях предполагается установить зависимости между главными размерениями с учетом технических характеристик технологического оборудования, предназначенного для обеспечения процесса укладки подводного трубопровода.

Библиографический список

1. Карп И.Н. Энергосбережение в Украине: проблемы и пути решения / И.Н. Карп // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2004. — № 4. — С. 3 — 13.
2. Карп И.М. Стратегия розвитку нафтогазового комплексу / И.М. Карп // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2004. — № 1. — С. 3 — 11.
3. Баранник В.А. Энергетическая стратегия Украины в ракурсе перспективы развития мировых рынков энергетических ресурсов / В.А. Баранник // Энергетическая политика Украины. — 2003. — № 6. — С. 28 — 31.
4. Шевцов Г.А. Определение зависимостей между главными размерениями плавучих кранов / Г.А. Шевцов // Сб. науч. тр. ВСНТО им. акад. А.Н. Крылова. — Севастополь, 1989. — С. 17 — 21.
5. Survey of offshore pipeline installation & Burial contractors & Vessels // Offshore us gulf of Mexico – state & federal waters, beach to ultra – deepwater. — 2000. — June. — P. 19.

Поступила в редакцию 21.03.2006 г.