



УДК 629.5.028.71

Соловьёв Алексей Валерьевич, доцент, д.т.н., доцент кафедры информатики, систем управления и телекоммуникаций ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Зеличенко Евгений Валерьевич, аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Голубев Иван Викторович, научный эксперт Центра разработки Правил Верхне-Волжского филиала ФАУ «Российский Речной Регистр»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ВЫБОР ЯКОРНОГО СНАБЖЕНИЯ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ

Ключевые слова: якорное снабжение, Правила PPP, Резолюция №61, стандарт ES-TRIN, правила DNV GL, суда внутреннего плавания, европейские предписания, ВВП РФ, ЕВВП, условная держащая масса якорей.

Аннотация. В настоящей статье приведены результаты расчетов по выбору якорного снабжения судов внутреннего плавания различного типа и размерений по Правилам Российского Речного Регистра (далее - Правилам PPP) и европейским предписаниям - Резолюция № 61 Европейской Экономической комиссии Организации Объединенных Наций «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания», Директива (ЕС) 2016/1629 Европейского парламента и Совета от 14 сентября 2016 года и Европейский стандарт, устанавливающий технические требования для судов внутреннего плавания (стандарт ES-TRIN) издания 2019/1, а также совместные правила Норвежского Веритаса и Германского Ллойда для судов внутреннего плавания издания 2018 г. (далее правила DNV GL). Работа по сопоставлению регламентируемого по различным методикам якорного снабжения судов внутреннего плавания актуальна ввиду того, что имеются случаи несоответствия якорного снабжения российских судов, выходящих на внутренние водные пути ЕС, европейским предписаниям, а также случаи необоснованного завышения требований Правил PPP по якорному снабжению применительно к водоизмещающим судам с материалом корпуса, отличным от стали. Выявлено, что методики выбора якорного снабжения по Правилам PPP и европейским предписаниям в большинстве случаев не позволяет получить сопоставимые результаты, что в определенной мере можно объяснить различными подходами к определению характеристики снабжения – определяющего фактора расчетных зависимостей.

В последнее время выявляются случаи несоответствия якорного снабжения российских судов, выходящих на внутренние водные пути ЕС (далее – ЕВВП), европейским предписаниям, а также случаи необоснованного завышения требований Правил Российского Речного Регистра (далее – Правил PPP) [1] по якорному снабжению применительно к водоизмещающим судам с материалом корпуса, отличным от стали. Это

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

требует более детального исследования вопросов, связанных с выбором якорного снабжения судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания.

В настоящей статье под Правилами PPP понимаются изданные в 2019 г. Правила классификации и постройки судов (ПКПС), а под европейскими предписаниями [2] — Резолюция № 61 Европейской Экономической комиссии Организации Объединенных Наций «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания» (далее - Резолюция №61 ЕЭК ООН) [3, 4, 5, 6], Директива (ЕС) 2016/1629 Европейского парламента и Совета от 14 сентября 2016 года [7] и Европейский стандарт, устанавливающий технические требования для судов внутреннего плавания (стандарт ES-TRIN) издания 2019/1 [8], а так же совместные правила Норвежского Веритаса и Германского Ллойда для судов внутреннего плавания издания 2018 г. (далее - правила DNV GL) [9].

Ясно, что для проведения детального исследования необходимо иметь данные, на которые можно ориентироваться. В нашем понимании такими данными могут быть результаты сопоставления параметров якорного снабжения, в том числе суммарной массы якорей и цепей судов различных типов и размерений по Правилам PPP и по европейским предписаниям. В статье приведены результаты расчетов, выполненных для пятнадцати сухогрузных судов, трех барж, шести танкеров и пяти буксиров с классом Российского Речного Регистра. Все необходимые данные для выполнения расчетов по выбору якорного снабжения сухогрузных самоходных и несамоходных судов, танкеров, буксиров получены из «Справочника по серийным речным судам» [10, 11, 12].

Принятые условия проведения расчетов

Сопоставляемая масса якорей определялась в соответствии с пунктом 3.2.1 части V ПКПС с одной стороны, и пунктами 1 – 6 статьи 13.01 стандарта ES-TRIN (в правилах DNV GL использована аналогичная методика) с другой стороны.

Для определения массы якорных цепей использовались данные табл. 2 ГОСТ 228-79 [13]. Применительно к якорным цепям, длина которых выбрана в соответствии с Правилам PPP, масса цепи определялась умножением теоретической массы 1 м промежуточной смычки, выбранной в зависимости от калибра якорной цепи в соответствии с пунктом 3.2.9 части V ПКПС, на регламентированную ПКПС для данного судна суммарную длину якорных цепей носовых и/или кормовых якорей. При определении массы якорных цепей, длина которых выбрана согласно указаниям европейских предписаний, вначале рассчитывалась минимальная прочность на разрыв по формулам пункта 11 статьи 13.01 а), б) и с) стандарта ES-TRIN (аналогичные формулы применяются в правилах DNV GL). Цепь считалась оборудованной распорками и имеющей первую категорию прочности, для нее разрушающая нагрузка принималась равной рассчитанной минимальной прочности на разрыв. Отличие массы концевых и соединительных звеньев от массы общих звеньев не учитывалось, как не учитывалась масса концевых скоб, вертлюгов и вертлюг-скоб, так как погрешность оценки массы якорной цепи с учетом принятых допущений не превышает 1 – 3 %, что вполне допустимо [14].

Условная держащая масса якорного снабжения

Предварительные расчеты показали, что в большинстве случаев масса носовых якорей, определенная по европейским предписаниям больше, чем определенная в соответствии с ПКПС, а длина якорных цепей, определенная по европейским предписаниям, существенно меньше, чем определенная по Правилам PPP. На якорных стоянках в больших водохранилищах и, особенно, в Онежском или Ладожском озерах с каменистыми грунтами большая удерживающая судно сила достигается не с помощью большой массы якорей, а с помощью длины вытравленных якорных цепей. Поскольку таких водохранилищ и озер на ЕВВП нет, то в европейских предписаниях, вероятно, и выбрана стратегия якорного снабжения, когда масса якорей выбирается большой, а длина якорных цепей — достаточно малой.

Для оценки главной составляющей держащей силы якорного снабжения при различных подходах к стратегии якорного снабжения судов введем понятие условной держащей массы якорного снабжения.

Реальная сила, удерживающая судно, поставленного на якорь, с одной стороны равна сумме произведений массы якоря на коэффициент держащей силы, характерный для данного типа якоря, и массы лежащей на грунте якорной цепи на коэффициент трения якорной цепи о грунт. С другой стороны, держащая сила зависит от массы провисшей части якорной цепи и расстояния от грунта до клюза. Не рассматривая схему приложения сил, в том числе сил сцепления якоря с грунтом и сил трения якорной цепи о грунт, можно считать, что сумма массы якоря и массы якорной цепи в определенной мере, хотя бы в первом приближении, является функцией держащей силы. Назовем эту сумму условной держащей массой и будем рассматривать отдельно условную держащую массу при постановке судна только на носовые якоря, только на кормовые якоря, а также суммарную условную держащую массу при постановке судна одновременно на носовые и кормовые якоря.

Результаты сопоставления

Результаты сопоставления условных держащих масс при постановке судна только на носовые якоря приведены в табл. 1. Аналогичные таблицы получены для случаев постановки судна только на кормовые якоря и одновременно на носовые и кормовые якоря.

Укажем, что якорное снабжение сухогрузных теплоходов проектов 19610, 19611, 05074М и Р32.3.2 классов «R2-RSN» РМРС, «О-ПР» и «М-СП» определялось исключительно с целью проверки возможности распространения европейских предписаний на суда, эксплуатирующиеся в бассейнах разряда «М», аналогов которым в классификации ЕВВП нет. Эта проверка показала, что европейские предписания в отношении якорного снабжения нельзя применять на суда, предназначенные для эксплуатации в бассейнах разряда «М».

При сопоставлении только рассчитанных суммарных масс $m_{\text{сум}}$ носовых якорей (они учтены в табл. 1) для судов классов «О» (Зона 1 ЕВВП) выявлено, что масса $m_{\text{сум}}$, рассчитанная по европейским предписаниям больше, чем рассчитанная по Правилам РРР, при этом диапазон отличий в данном случае составил от 4 до 45 %.

Для судов класса «Р» (зона 2 ЕВВП) и «Л» (зона 3 ЕВВП) в большинстве случаев характерна обратная ситуация – масса $m_{\text{сум}}$, рассчитанная по Правилам РРР больше чем рассчитанная по европейским предписаниям. Такая же закономерность характерна при расчете массы кормового якоря, так как выбор массы кормового якоря зависит от массы носовых якорей, при этом диапазон отличий в данном случае составил от 40 до 79 %. Значения длины и калибра якорных цепей, рассчитанные по Правилам РРР, превышали значения, полученные по европейским предписаниям. В связи с тем, что длины якорных цепей по ПКПС и по ES-TRIN значительно отличаются, условная держащая масса при постановке судна раздельно на носовые или кормовые якоря, а также и при постановке судна одновременно на носовые и кормовые якоря, по Правилам РРР получается больше, чем по европейским предписаниям.

Для несамоходных барж были получены следующие результаты: масса $m_{\text{сум}}$ для судов класса «О» (Зона 1 ЕВВП), рассчитанная по европейским предписаниям, больше, чем рассчитанная по Правилам РРР, при этом диапазон отличий составляет от 60 до 74 %. При выборе якорей для судов класса «Р» (Зона 2 ЕВВП) – масса $m_{\text{сум}}$, рассчитанная по Правилам РРР, больше, чем рассчитанная по европейским предписаниям. Длина якорных цепей, рассчитанная по Правилам РРР превышает значения, полученные по европейским предписаниям.

Условная держащая масса при постановке судна на носовые якоря, кг

Номер проекта судна, класс PPP, зона по классификации ЕВВП	Значение, определенное по		Отличие по сравнению со значением, определенным по ПКПС, %
	ПКПС	Стандарт ES-TRIN	
Самоходные сухогрузные суда			
№ 19610, условно класс «М» (—)	16876	8261	–51,05
№ 19611, условно класс «М» (—)	14928	7469	–49,97
№ 05074М, условно класс «М» (—)	16708	8385	–49,81
№ P32.3.2, условно класс «М» (—)	12964	5577	–56,98
№ 507Б, класс «О» (зона 1)	11048	7571	–31,47
№ 576, класс «О» (зона 1)	7435	5171	–30,45
№ 559Б, класс «О» (зона 1)	5719	3275	–42,73
№ 765А, класс «О» (зона 1)	2756	2004	–27,29
№ 2036, класс «Р» (зона 2)	2982	3799	27,40
№ 86А, класс «Р» (зона 2)	2671	2003	–25,01
№ 912А, класс «Р» (зона 2)	1586	987	–37,77
№ 159-III, класс «Р» (зона 2)	386	356	–7,77
№ 220В, класс «Л» (зона 3)	315	229	–27,30
№ K53, класс «Л» (зона 3)	349	302	–13,47
№ 776А, класс «Л» (зона 3)	531	326	–38,61
Нефтеналивная баржа			
№ P167, класс «О» (зона 1)	9194	8053	–12,41
Концевая секция двухсекционного состава			
№ P156, класс «О» (зона 1)	7034	7093	0,84
Бункерная баржа			
№ P127, класс «Р» (зона 2)	789	394	–50,06
Танкеры			
№ 587, класс «О» (зона 1)	9922	6090	–38,62
№ 1754Б, класс «О» (зона 1)	5778	4465	–22,72
№ P42, класс «О» (зона 1)	3432	2299	–33,01
№ 1754, класс «Р» (зона 2)	3001	3283	9,40
№ 795, класс «Р» (зона 2)	1209	745	–38,38
№ 868, класс «Р» (зона 2)	838	720	–14,08
Буксиры и буксиры-толкачи, используемые в качестве буксиров			
№ C07521, класс «М» (—)	5782	2784	–51,85
№ 07521, класс «М» (—)	5782	2810	–51,40
№ 81510, класс «О» (зона 1)	1960	998	–49,08
№ 81200, класс «О» (зона 1)	1967	1650	–16,12
№ 81350, класс «Р» (зона 2)	810	313	–61,36

Для танкеров были получены следующие результаты: суммарная масса носовых якорей для судов классов «О» (Зона 1 ЕВВП) и «Р» (Зона 2 ЕВВП), рассчитанная по европейским предписаниям, больше, чем рассчитанная по Правилам PPP, за исключением танкеров класса «Р» длиной менее 86 м и грузоподъемностью 150 т, при этом диапазон отличий в данном случае составил от 21 до 44%. Длина якорных цепей, рассчитанная по Правилам PPP превышает значения, полученные по европейским предписаниям.

В настоящей работе якорное снабжение буксиров-толкачей не рассматривалось, поэтому все рассмотренные проекты буксиров и буксиров-толкачей, которые рассматривались как буксиры, согласно ПКПС не были снабжены кормовым якорем. Отметим, что если бы мы рассматривали буксиры-толкачи, используемые для толкания составов, то их следовало бы оснастить кормовыми якорями, масса которых составляла бы

не менее 0,8 массы носовых якорей всего состава. Стандарт ES-TRIN (статья 13.01) указывает:

«3. Суда, указанные в пункте 1, длиной L не более 86 м должны оснащаться кормовыми якорями общей массой, не превышающей 25 % от массы P .

Однако суда, максимальная длина которых L превышает 86 м, должны оснащаться кормовыми якорями, общая масса которых составляет 50 % от массы P , рассчитанной в соответствии с пунктами 1 и 2.»

В стандарт ES-TRIN включены требования по оборудованию судов, предназначенных для толкания составов судов длиной не более 86 м, кормовыми якорями суммарной массой, равной 25 % от массы P , рассчитанной для наибольшего допустимого формирования, указанного в свидетельстве судна внутреннего плавания. Однако и в этом случае условная держащая масса якорного снабжения буксиров по европейским предписаниям, за исключением теплохода проекта № 81200 с достаточно тяжелыми кормовым якорем и его цепью, оказалась на 29 – 64 % меньше, чем по ПКПС.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что методики выбора якорного снабжения по Правилам РРР и европейским предписаниям в большинстве случаев не позволяют получить сопоставимые результаты, что в определенной мере можно объяснить различными подходами к определению характеристики снабжения – определяющего фактора расчетных зависимостей. Характеристика снабжения по Правилам РРР рассчитывается в зависимости от парусности судна, а по европейским предписаниям – с учетом грузоподъемности или водоизмещения судна.

Выводы

Для того, чтобы суда, построенные на класс РРР, были допущены на ЕВВП, в частности, для плавания в зонах 1 и 2, необходимо проверить достоверность применения при выборе якорного снабжения по Правилам РРР характеристики снабжения, зависящей только от парусности судна, а также уточнить требования Правил РРР к массе носовых и кормовых якорей судов внутреннего плавания. При этом, если эти суда предполагается использовать как на ЕВВП, так и на ВВП РФ, длины цепей предлагается оставить соответствующим требованиям действующих Правил РРР, исключительно имея в виду необходимость вытравливания большой длины якорной цепи при якорной стоянке на каменистых грунтах.

Список литературы:

- [1] Российский Речной Регистр. Правила (в 5-и томах). - М., 2019.
- [2] Применение резолюций Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций, касающихся внутреннего судоходства. ECE/TRANS/SC.3/2018/11. Шестидесят вторая сессия ЕЭК ООН, Женева, 3-5 октября, 2018.
- [3] Резолюция №61 «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания. Пересмотр 1. Поправка 1». ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1/Amend.1. ЕЭК ООН, Нью-Йорк и Женева, 2011.
- [4] Резолюция №61 «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания. Пересмотр 1. Поправка 2». ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1/Amend.2. ЕЭК ООН, Нью-Йорк и Женева, 2013.
- [5] Резолюция №61 «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания. Пересмотр 1. Поправка 3». ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1/Amend.3. ЕЭК ООН, Нью-Йорк и Женева, 2017.
- [6] Резолюция №61 «Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания. Пересмотр 1. Поправка 4». ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1/Amend.4. ЕЭК ООН, Нью-Йорк и Женева, 2017.
- [7] Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2016/1629/ЕС от 14 сентября 2016 года о технических требованиях к судам внутреннего водного плавания, об изменении Директивы 2009/100/ЕС и отмене Директивы 2006/87/ЕС.

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

- [8] European Standard laying down Technical Requirements for Inland Navigation vessels (ES-TRIN), Edition 2019/1. European Committee for drawing up Standards in the field of Inland Navigation (CESNI), 2019.
- [9] DNV GL. Rules for classification: Ships. Pt.3. Ch.11. Hull equipment, supporting structure and appendages. Edition January 2018, Amended July 2018.
- [10] Справочник по серийным транспортным судам. Том 2. - М.: Транспорт, 1973. -294 с.
- [11] Серийные речные суда. Том 8. - М.: Транспорт, 1987. -230 с.
- [12] Справочник по серийным речным судам. Том 9. - М.: Транспорт, 1993. -202 с.
- [13] ГОСТ 228-79 Цепи якорные с распорками. Общие технические условия. Введ. 1982-01-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. - 31 с.
- [14] Ефремов, Н.А. Правила Российского Речного Регистра в сопоставлении с европейскими предписаниями для судов внутреннего плавания / Н.А. Ефремов. - М., 2011. - 235 с.

THE CHOICE OF ANCHOR EQUIPMENT FOR INLAND NAVIGATION VESSELS

Soloviev Alexei V., Zelichenko Evgeny V., Golubev Ivan V.

Keywords: anchor equipment, Rules of the Russian River Register, Resolution No. 61, ES-TRIN standard, DNV GL rules, inland navigation vessels, European regulations, Inland waterways of the Russian Federation, European Inland Waterways, conditional holding mass of anchors.

This article presents the results of calculations on the choice of the anchor supply of inland navigation vessels of various types and dimensions according to the Rules of the Russian River Register (hereinafter referred to as the RRR Rules) and the European regulations - Resolution No. 61 of the United Nations Economic Commission for Europe "Recommendations concerning the European level harmonized technical requirements applicable to inland navigation vessels", Directive (EU) 2016/1629 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2016 and the European Standard, establishing technical requirements for inland navigation vessels (ES-TRIN standard) edition 2019/1, as well as common rules for Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd for inland navigation vessels 2018 edition (hereinafter DNV GL Rules). Work on the comparison of the regulated by different methods of anchor supply of inland navigation vessels is relevant, due to the fact that there are cases of non-compliance of anchor supply of Russian vessels entering the inland waterways of the EU, European regulations, as well as cases of unjustified overstatement of the RRR rules requirements on anchor supply in relation to displacement vessels with the hull material other than steel. The analysis of the results shows that in most cases, the methods for selecting anchor supplies according to the RRR Rules and European regulations do not allow obtaining comparable results, which to some extent can be explained by different approaches to definition of the characteristics of supply - the determining factor of the calculated dependencies.