

УДК 659.62

DOI: 10.37890/jwt.vi85.628

Ледовый паспорт речного ледокола: особые работы

В.А. Лобанов

ORCID: 0000-0002-0931-7317

В.И. Тихонов

ORCID: 0000-0002-3147-0668

Ю.Н. Уртминцев

ORCID: 0009-0001-4534-4347

Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Статья дополняет серию авторских публикаций с обзором опыта эксплуатации ледоколов проекта 1191 в ледовых условиях внутренних и прибрежных морских водных путей РФ. В настоящей работе выполнен анализ натурных данных в особых режимах работы исследуемых судов.

Показано, что в «запредельных» ледовых условиях для ледокола исследуемого проекта безопасность и потенциальная эффективность ледокольных операций определяется технологией только совместной работы нескольких судов.

Количественно подтверждено, что проводки флота одним ледоколом через затруднительные участки требуют соблюдения ограничений состава каравана только ледовокатегорийными транспортными судами в соответствии с преобладающими ледовыми условиями.

Сделан вывод о том, что при освобождении транспортного судна, «затёртого» во льдах, безопасность и эффективность его околки обеспечивается одновременной работой с обоих бортов судна двумя ледоколами на минимальном траверзном расстоянии от него при попутном движении.

Ключевые слова: ледяной покров, запредельные льды, ледокол, ледовые качества, прокладка канала, оковка судов, спасание во льдах

River icebreaker ice passport: special works

Vasily A. Lobanov

ORCID: 0000-0002-0931-7317

Vadim I. Tikhonov

ORCID: 0000-0002-3147-0668

Yuri N. Urtmintsev

ORCID: 0009-0001-4534-4347

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article additions a series of author's publications with an overview of the experience of operating icebreakers of Project 1191 in the ice conditions of the inland and coastal sea waterways of the Russian Federation. In this paper, the analysis of field data in special operating modes of the vessels under study is carried out.

It is shown that in the «extreme» ice conditions for an icebreaker of the studied project, the safety and potential effectiveness of icebreaking operations is determined only by the technology of several vessels working together.

It has been quantitatively confirmed that the passage of the fleet by one icebreaker through hard passed areas requires compliance with the restrictions on the composition of the caravan only by icebreaking transport vessels in accordance with the prevailing ice conditions.

It is concluded that when a transport vessel is released, «trapped» in the ice, the safety and effectiveness of its rescue are ensured by simultaneous operation from both sides of the vessel by two icebreakers at a minimum traverse distance from it while passing through.

Keywords: ice cover, icebreaker, ice performances, ice channel create, vessels ice assistance, rescue in ices

Введение

Данная статья расширяет серию публикаций, представленную автором в работах [1-3].

Рассматриваемые в упомянутых работах суда – это мелкосидящие многовинтовые ледоколы проекта 1191 типа «Капитан Евдокимов» [4]. Этот проект «разменял» уже пятый десяток лет эксплуатации. На нём закончилась серийная постройка ледоколов для внутренних водных путей России (ВВП РФ).

Сорокалетний период активной эксплуатации этих судов раскрыл как их недостатки, так и преимущества по отношению к более ранним версиям ледоколов, построенных для ВВП РФ [5]. Основным преимуществом ледоколов данного типа следует признать высокий уровень критерия «ледопроездимость/осадка». Последнее гарантирует безопасность и эффективность ледокольного обеспечения воднотранспортных операций на мелководных участках в устьях рек и в прибрежных морских районах РФ.

Отсутствие альтернативы этим судам вынуждает «Росморпорт» сохранять эксплуатационную пригодность всех ледоколов проекта 1191, несмотря на ощутимые «возрастные болезни» этих судов. Однако их истощённый ресурс бесспорно актуализировал проблему обновления ледокольного флота для ВВП РФ, решение которой доступно только при государственной поддержке [6-8].

В рамках заявленной тематики в данной статье проанализированы материалы различных рукописных трудов, авторских архивов, полевых испытаний и многолетних эксплуатационных наблюдений за судами данного проекта [9, 10]. Представленная «информация к размышлению» может быть полезна потенциальным разработчикам речных ледокольных средств.

Ледокольные работы в запредельных льдах

Нижняя граница параметра «запредельный лёд» количественно оценивается как 1,25 от расчётной ледопроездимости ледокола [1, 2, 9, 10]. При этом одиночное судно теряет всякую способность преодолевать сплошной ледяной покров в режиме непрерывного движения. Ходкость и маневренность реализуются только его возвратно-поступательными перемещениями. Для исследуемого проекта ледокола эта характеристика подтверждена натурными данными на уровне 1,0 м.

Эксплуатационные характеристики одиночного ледокола в запредельных льдах приведены в работах [1, 2, 9, 10]. Однако практика показала, что для таковых условий эффективность ледокольных операций (а, возможно, и безопасность) определяется технологией *только совместной* работы нескольких ледоколов. Это наглядно продемонстрировал опыт первых лет эксплуатации ледоколов проекта 1191 в ледовых условиях Обской губы.

Ледяной покров этого региона в весенне-летний период характеризовался экстремальными условиями: толщина льда разрушенностью не более 1 балла колебалась в пределах 1,5-2,2 м; высота плотного (до 0,35 т/м³) снежного покрова – 0,3-0,4 м; заторошенность достигала 3-х баллов. При этом производственное задание требовало прокладки и поддержания ледового судоходного канала до пункта назначения (Ямбурга), как минимум, за три недели до сроков естественного очищения ото льдов южной части губы.

Уже начальный этап ледокольных работ с очевидностью показал, что выполнение задания одним ледоколом невозможно. Практически в конце каждого «набега» судно заклинивалось, на его освобождение уходило до одного часа. Причиной того были термические напряжения ледяного покрова, приводившие к слабому сжатию канала. В попытках оптимизировать технологию работ одиночного ледокола был отработан приём «ёлочка». Стал наблюдаться некоторый прогресс, но «ложконосый» корпус этого проекта (без штевня) сопротивлялся скалыванию кромки льда. Часто наблюдалось «расклинивание» ледокола (скольжение с дрейфом) между кромками канала с потерей инерции разбега судна.

В ровных льдах толщиной до 1,7-1,8 м на прямолинейных участках был реализован вариант совместной прокладки канала двумя однопроектными ледоколами построением «тандем». Этот приём увеличивал ход счала судов до 3-4 км/ч. Но термические сжатия льда, неуверенные манёвры кормового ледокола и непрямолинейность судового хода (обусловленная недостаточностью глубин и значительной толщиной льда) приводили к потере скорости, нередко движение стопорилось. Кроме того, в необорудованной для такой работы корме ведущего ледокола пары провоцировались повреждения. Учитывая затраты времени на перестройку «тандема», ходовой выигрыш по отношению к приёму «ёлочка» не превысил 20%.

После достаточного ряда неудачных попыток подготовки канала составом из трёх ледоколов с «упором в корму» от этого способа было решено отказаться. Следующие причины обусловили его неприемлемость:

- большие временные затраты на формирование / расформирование состава;
- повреждения кормы головного судна;
- практическая неуправляемость такого построения ледоколов (для удержания всех судов на одной линии).

По последней причине состав часто испытывал «переломы» и заклинивания даже при незначительных манёврах кормового судна.

Необходимость своевременного исполнения производственного задания потребовала участия в ледокольных работах третьего однотипного судна. При этом наилучшую результативность подготовки канала обеспечила работа «с коротким уступом» двух «ведущих» ледоколов, за которыми следовал «ведомый». При этом головные суда двигались «набегами» «шириной в корпус» или способом «ёлочка», а наиболее эффективная траверзная дистанция между ними составила около 3-х длин ледокола. Длина выбега по отношению к однотипному приёму при одиночной работе увеличилась в среднем на 30-35%, а скалывание ледяного покрова между ледоколами в основном происходило в траверзном направлении. Увеличение траверзного расстояния начинало провоцировать заклинивания вследствие ледового сжатия, а сближение судов – к сильному опосредованному взаимодействию. Последнее порождало вероятность их «свала» при несогласованности манёвров.

Дополнительный выигрыш в скорости сочетался с существенным увеличением ширины проложенного канала. Это обеспечивалось за один проход судов при условии, что «ведомый» ледокол дробил ледяные поля, остававшиеся между каналами за «ведущими» ледоколами. Сложность реализации такого приёма состояла в синхронизации «набегов» и строгом выдерживании «ведомым» безопасной дистанции. Синхронизация не всегда удавалась, в результате чего один из головных ледоколов мог на короткое время заклинить.

В значительно более поздние сроки автором были реализованы попытки провести теоретический анализ такой работы ледоколов. Опыты с применением САЕ-систем рекомендовали следующие оптимальные показатели: взаимовлияние судов должно находиться на уровне 20% от силы сжатия, создаваемой ледоколом на кромке канала; увеличение траверзной дистанции более 4-х длин корпусов снижало взаимовлияние до 7-10%, а сближение судов на расстояние в корпус приводило к его росту до 50% [11].

Проводки флота

Ледоколы проекта 1191 обычно используются при проводках транспортных судов на участках ледовых затруднений, таких как зажоры, заторы, зоны сжатия. Если транспортные суда не в состоянии двигаться за ледоколом самостоятельно, применяется их буксировка на длинном или коротком буксире (до 15 м). Допустима буксировка вплотную (с «упором в корму» ледокола).

При отсутствии сжатия льда и наличии ледового канала в заторе осуществляется проводка транспортных судов в караванах, эффективность которой в значительной степени зависит от количества судов в караване. Многолетний опыт ледовых транспортных операций с участием исследуемого проекта ледокола рекомендует оптимальное количество равнокатегорийных судов в караване за ледоколом (Табл. 1) [9]. При этом подразумевается, что проводка реализуется через участки ледовых затруднений по заранее подготовленным ледовым каналам. Количество судов рассчитано для случая, когда они ожидают проводки у кромки тяжелого льда.

Таблица 1

Оптимальное количество судов в караване за ледоколом проекта 1191 при проводках через участки ледовых затруднений

Ледовая категория судна по правилам РКО	Ледовый класс судна по правилам РМРС	Толщина льда, м					
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Лёд-80	Ice-3	7	5-6	4-5	3-4	3	2-3
Лёд-60	Ice-2	6-7	4-5	3-4	3	2-3	2
Лёд-40	Ice-1	5-6	4	3	3	2-3	2
Лёд-20		2	1				

Околка судов и аварийные работы

Опыт ледовых транспортных операций с участием ледоколов проекта 1191 убедительно показал, что ни одна из них не обходится без освобождения транспортных судов – либо потерявших ход, либо опасно зажатых льдами. Суда спасатели при этом вынуждены выполнять околку «пленённых» теплоходов. Таковые манёвры ледоколов, выполняемые в непосредственной окрестности аварийных судов, принято относить к специальным работам повышенной сложности.

Особую опасность околка представляет для транспортного судна, находящегося «на пределе» ледовой ходкости (при достижимой скорости не более 0,5 м/с). При этом напряжённо-деформированное состояние льда вокруг судна всегда провоцирует опасное стремление навала на него окалывающего ледокола. Спасателю для эффективной околки требуется выдерживать траверзную дистанцию не более 10 м. Поэтому безопасной практикой ледокольных работ рекомендовано следующее: попутный ход ледокола должен быть не выше «малого», встречный ход – «самый малый», при следовании вдоль окалываемого судна держать рули «прямо», маневрировать только движителями и ПОУ с борта, смежного транспортному судну.

Результативность околки требует создание среды, обеспечивающей возвращение транспортному судну способности к самостоятельному ледовому плаванию. Для низколедовокатегорийных судов внутреннего и смешанного река-море плавания – это тёртые и мелкобитые льды толщиной до 0,5 м. Одиночная работа ледокола далеко не всегда способна обеспечить требуемый результат (и, особенно, при подвижках ледяного покрова). Опыт показал, что для достижения этой цели необходимо и достаточно двух ледоколов исследуемого проекта. Их совместная околка с обоих

бортов транспорта гарантировала приобретение зажатому судну относительно быстрое восстановление эксплуатационной ледовой ходкости.

Аварийные и прочие работы всегда связаны с переносом грузов, оборудования, переходом людей между судном-спасателем и аварийным объектом. Также может потребоваться высадка спасательных (или научно-исследовательских) групп и легкомоторного транспорта на поверхность ледяного покрова. Реализация этих операций требует непосредственного сближения (а, возможно, и швартовки) ледокола с аварийным объектом.

Выполнение подхода и швартовочных операций значительно усложняется в условиях льда. Надёжный подход обеспечивается только при наличии свободного пространства воды от мелкобитого и тёртого льда между объектом и корпусом судна. В том случае, если у объекта наблюдается значительное течение, применяется следующая технология швартовочных операций:

- разрушение и измельчение льда за 2-3 прохода ледокола;
- подготовка ниже по течению ёмкости для принятия льда;
- спуск льда в ёмкость;
- швартовка в условиях чистой воды.

Если течение у объекта незначимо, швартовка в битом льду осуществляется следующим образом (Рис. 1) [9]:



Рис. 1. Схема швартовки ледокола к аварийному объекту

- подход к объекту ниже места швартовки на 1-2 длины корпуса под углом 20-40 градусов (положение I);
- продвижение ледокола вдоль объекта (скольжение с дрейфом) при обязательном использовании ПОУ со стороны борта швартовки и винтов с упором в противоположных направлениях (положение I);
- удаление льда, оставшегося между корпусом и причалом, потоком воды от ПОУ;
- подход кормы к причалу путём включения ПОУ на противоположный борт и переключок рулей (положение II).

Заключение

1. Практика показала, что для «запредельных» ледовых условий для ледокола исследуемого проекта безопасность и потенциальная эффективность ледокольных операций определяется технологией только совместной работы 3-х судов.

2. При проводках флота одним ледоколом через затруднительные участки рекомендуется лимитировать состав каравана только ледовокатегорийными транспортными судами в соответствии с преобладающими ледовыми условиями.
3. При освобождении транспортного судна, «затёртого» во льдах, безопасность и эффективность его оковки обеспечивается одновременной работой с обоих бортов судна двумя ледоколами на минимальном траверзном расстоянии от него при попутном движении.

Список литературы:

1. Лобанов, В. А. (2023). Ледовый паспорт речного ледокола: ходкость. Научные проблемы водного транспорта, (76), 219-228. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi76.390>
2. Лобанов, В. А. (2024). Ледовый паспорт речного ледокола: маневренность. Научные проблемы водного транспорта, (78), 169-177. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi78.438>
3. Лобанов, В. А. (2024). Ледовый паспорт речного ледокола: вентеризация и реконструкция. Научные проблемы водного транспорта, (81), 193-201. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi81.544>
4. Серийные речные суда. Пассажирские суда; сухогрузные теплоходы и танкеры; толкачи, буксиры; баржи; прочие суда. Т. 8, ЦБНТИ Минречфлота. – М.: Транспорт, 1987. – 230 с.
5. Справочник по серийным речным судам. Пассажирские суда; сухогрузные теплоходы и танкеры; толкачи, буксиры; баржи; прочие суда. Т. 7, ЦБНТИ Минречфлота. – М.: Транспорт, 1981. – 232 с.
6. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 февраля 2016 г. № 327-р. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/8910>
7. Дрейбанд Д.В., Коршунов Д.А., Ничипорук А.О. Развитие инфраструктуры внутреннего водного транспорта: стратегические задачи, проблемы и перспективы // Научные проблемы водного транспорта, №74(1), 2023. – с. 96-104, DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi74.347>
8. Веселов Г.В., Кузмичев И.К., Минеев В.И., Новиков А.В. Обновление речного флота в условиях дефицита инвестиций // Научные проблемы водного транспорта, №61(2019), 2019. – с. 90-96. URL: <http://journal.vsuwt.ru/index.php/jwt/issue/view/4>
9. Ледовый паспорт ледокола проекта 1191. – Отчёт по теме НИР. Тронин В.А. – Горький, ГИИВТ, 1986. – 32 с.
10. Тронин В.А. Повышение безопасности и эффективности ледового плавания судов на внутренних водных путях: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук: специальность 05.22.16 – Судовождение / Горький, 1990. – 414 с.
11. Теоретические основы обеспечения безопасности судовождения на внутренних водных путях: монография / А.Н. Клементьев, И.К. Кузьмичёв, В.А. Лобанов [и др.]; под. ред. И.К. Кузьмичёва. – Нижний Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – 124 с. – ISBN 978-5901722-73-2. – Текст: непосредственный.

References

1. Lobanov, V. A. (2023). Ledovyj pasport rechnogo ledokola: hodkost'. Nauchnye problemy vodnogo transporta, (76), 219-228. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi76.390>
2. Lobanov, V. A. (2024). Ledovyj pasport rechnogo ledokola: manevrennost'. Nauchnye problemy vodnogo transporta, (78), 169-177. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi78.438>
3. Lobanov, V. A. (2024). Ledovyj pasport rechnogo ledokola: vinterizaciya i rekonstrukciya. Nauchnye problemy vodnogo transporta, (81), 193-201. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi81.544>
4. Serijnye rechnye suda. Passazhirskie suda; suhogruznye teplohoty i tankery; tolkachy, buksiry; barzhi; prochie suda. T. 8, CBNTI Minrechflota. – M.: Transport, 1987. – 230 s.
5. Spravochnik po serijnym rechnym sudam. Passazhirskie suda; suhogruznye teplohoty i tankery; tolkachy, buksiry; barzhi; prochie suda. T. 7, CBNTI Minrechflota. – M.: Transport, 1981. – 232 s.

6. Strategiya razvitiya vnutrennego vodnogo transporta Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda, utverzhdannaya rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29 fevralya 2016 g. № 327-r. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/8910>
7. Veselov G.V., Kuzmichev I.K., Mineev V.I., Novikov A.V. Obnovlenie rechnogo flota v usloviyah deficita investicij // Nauchnye problemy vodnogo transporta, №61(2019), 2019. – s. 90-96. URL: <http://journal.vsuwt.ru/index.php/jwt/issue/view/4>
8. Drejbant D.V., Korshunov D.A., Nichiporuk A.O. Razvitie infrastruktury vnutrennego vodnogo transporta: strategicheskie zadachi, problemy i perspektivy // Nauchnye problemy vodnogo transporta, №74(1), 2023. – s. 96-104, DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi74.347>
9. Ledovyj pasport ledokola proekta 1191. – Otchyot po teme NIR. Tronin V.A. – Gor'kij, GIIVT, 1986. – 32 s.
10. Tronin V.A. Povyshenie bezopasnosti i effektivnosti ledovogo plavaniya sudov na vnutrennih vodnyh putyakh: dissertaciya na soiskanie uchyonoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk: special'nost' 05.22.16 – Sudovozhdenie / Gor'kij, 1990. – 414 s.
11. Teoreticheskie osnovy obespecheniya bezopasnosti sudovozhdeniya na vnutrennih vodnyh putyakh: monografiya / A.N. Klement'ev, I.K. Kuz'michyov, V.A. Lobanov [i dr.]; pod. red. I.K. Kuz'michyova. – Nizhnij Novgorod: Izd-vo FGBOU VO «VGUVT», 2020. – 124 s. – ISBN 978-5901722-73-2. – Tekst: neposredstvennyj.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лобанов Василий Алексеевич, профессор кафедры Судовождения и безопасности судоходства, доцент, д.т.н., «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, Россия, Нижний Новгород, Нестерова 5, e-mail: lobbas@mail.ru; тел: +7 910 388 56 33

Vasily A Lobanov, Professor of department of Navigation and safety of navigation, associate professor, Dr. Sci. Tech., «Volga State University of Water Transport named after Admiral M.P. Lazarev» (FSFEI HE VSUWT), 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Nesterova 5

Тихонов Вадим Иванович, профессор кафедры Судовождения и безопасности судоходства, доцент, д.т.н., «Волжский государственный университет водного» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, Россия, Нижний Новгород, Нестерова 5, e-mail: vitnn12@mail.ru

Vadim I Tikhonov, Professor of department of Navigation and safety of navigation, associate professor, Dr. Sci. Tech., «Volga State University of Water Transport» (FSFEI HE VSUWT), 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Nesterova 5

Уртминцев Юрий Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой управления транспортом, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: yurtm@yandex.ru

Yuriy N. Urtmintsev, Doctor of Engineering Science, Professor of the Transport Management Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603950

Статья поступила в редакцию 23.05.2025; принята к публикации 01.09.2025; опубликована онлайн 20.12.2025. Received 23.05.2025; published online 20.12.2025.