

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ОТ ДРЕВЕСИНЫ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ РЕКИ ЕНИСЕЙ**В. П. Корпачев¹, А. И. Пережилин¹, А. А. Андрияс¹, М. Д. Иванов²**¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский Рабочий», 31

E-mail: korpachevvp@sibsau.ru

²КГБУ «Курагинское лесничество»

Российская Федерация, 662910, Красноярский край, Курагинский район,

р. п. Курагино, пер. Школьный, 1а

E-mail: ivanoff.ma2012@yandex.ru

К северным территориям Красноярского края в настоящее время привлечено особое внимание общественности, правительства, деловых кругов не только в России, но и многих стран. Освоение хвойных бореальных лесов и развитие водного транспорта леса в бассейне Енисея привело к тому, что в береговой полосе и акватории Енисейского залива скопились различные отходы производственной деятельности, оказывающие влияние на окружающую среду.

Интерес иностранных компаний к Северному морскому пути (СМП) определяется рядом важнейших факторов. Прежде всего, он является более выгодным с экономической точки зрения морским путем: к примеру, от Гамбурга до Иокогамы всего 6600 морских миль, а при транспорте через Суэцкий канал – 11 400 миль; сопоставимы транспортные затраты на перевозки лесных грузов из Сибири в Азиатские страны – Китай, Корея. В то же время СМП интересен как транспортная артерия при освоении природных ресурсов и перевозки сырья из арктических регионов России, развития инфраструктуры Северных территорий.

Основным водным путем, связывающим территорию Красноярского края и имеющим выход на СМП, является р. Енисей и его притоки. Многие годы Енисей был единственным водным путем доставки древесины хвойных пород на Игарский лесозэкспортный комбинат. При транспортировке леса водным путем с рейдов, расположенных на берегах Ангары и Енисея, неизбежны потери древесины. Основной причиной поступления древесины в Енисейский залив являются стихийные бедствия, аварии плотов, нарушения технологий лесосплава. По нашим предварительным оценкам, в настоящее время запасы затонувшей и разнесенной по берегам древесины в устьевой части и Енисейском заливе составляют более 2,0 млн м³.

Затонувшая и разнесенная по берегам древесина в Енисейском заливе даже в условиях низких температур оказывает влияние на уязвимые северные экосистемы, а также может быть использована различными потребителями в зоне Енисейского залива.

В апреле 2019 г. в Санкт-Петербурге состоялся 5 международный форум «Арктика – территория диалога», на котором президент РФ В. В. Путин заявил: «Главная угроза Арктике сегодня – экологическая, природа Арктики из-за возможного экономического освоения региона оказалась под угрозой» [1].

Таким образом, проблема очистки Енисейского залива от затонувшей и разнесенной по берегам древесины становится все более актуальной.

Ключевые слова: Енисейский залив, лесосплав, затопленная древесина, очистка берегов, технологии очистки.

Conifers of the boreal area. 2022, Vol. XL, No. 6, P. 487–494

TECHNOLOGIES OF CLEANING FROM WOOD OF THE MOUTH OF THE YENISEI RIVER**V. P. Korpachev¹, A. I. Perezhilin¹, A. A. Andriyas¹, M. D. Ivanov²**¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii Rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: korpachevvp@sibsau.ru

²Kuraginskoye forestry

1a, Shkol'nyy pereulok, Kuragino, 662910, Russian Federation

E-mail: ivanoff.ma2012@yandex.ru

The northern territories of the Krasnoyarsk Territory are currently attracting special attention from the public, government, and business circles not only in Russia, but also in many countries.

The development of coniferous boreal forests and the development of water transport of forests in the Yenisei basin has led to the fact that in the coastal strip and the water area of the Yenisei Bay have accumulated various waste products from industrial activities that have an impact on the environment.

The interest of foreign companies in the Northern Sea Route (NSR) is determined by a number of important factors. First of all, it is more economically advantageous by sea: for example, from Hamburg to Yokohama, only 6,600 nautical miles, and when transporting through the Suez Canal – 11,400 miles; comparable are the transport costs for the transportation of timber cargo from Siberia to Asian countries – China, Korea. At the same time, the NSR is interesting as a transport artery in the development of natural resources and the transportation of raw materials from the Arctic regions of Russia, the development of the infrastructure of the Northern Territories.

The main waterway connecting the territory of the Krasnoyarsk Territory and having access to the NSR is the river Yenisei and its tributaries. For many years the Yenisei was the only waterway for the delivery of softwood timber to the Igarsk timber export plant. When timber is transported by water from rafts located on the banks of the Angara and Yenisei, loss of timber is inevitable. The main reason for the entry of timber into the Yenisei Bay is natural disasters, raft accidents, violations of timber rafting technologies. According to our preliminary estimates, at present the reserves of sunken and scattered wood in the mouth part and the Yenisei Bay are more than 2,0 million m³.

Sunken and scattered wood in the Yenisei Bay, even at low temperatures, has an impact on vulnerable northern ecosystems, and also can be used by various consumers in the Yenisei Bay area.

In April 2019, St. Petersburg hosted the 5th international forum «The Arctic – the Territory of Dialogue», at which the President of the Russian Federation V. V. Putin said: «The main threat to the Arctic today is ecological, the nature of the Arctic is under threat due to the possible economic development of the region» [1].

Thus, the problem of clearing the Yenisei Bay from sunken and scattered wood is becoming more and more urgent.

Keywords: Yenisei gulf, timber rafting, flooded timber, bank cleaning, cleaning technologies.

ВВЕДЕНИЕ

Основным водным путем в Красноярском крае является река Енисей и ее притоки. Многие годы транспортная магистраль Енисей–Ангара была единственным водным путем доставки древесины в лесной порт Игарка.

При транспортировке леса водным путем неизбежны потери древесины. В Енисее и Енисейском заливе в процессе многолетнего лесосплава сформировались запасы затонувшей и разнесенной по берегам древесины. Основными источниками формирования запасов древесины являются следующие факторы.

1. Стихийные (природные) факторы.

В 1950–1960 годы в условиях не зарегулированно-го стока Ангара и Енисея древесину уносило с прибрежных складов, рейдов приплава и выгрузки, мест переработки и зимнего хранения древесины на предприятиях различных министерств и ведомств. Из архивных источников известно, что в объединении «Красноярсклеспром» за период 1958–1962 годов потери в сплаве составили 544 тыс. м³, унос в период весеннего ледохода и половодья – 294 тыс. м³, потери при буксировке плотов – 164 тыс. м³, всего 1002 тыс. м³. В навигацию 1966 года от стихийных бедствий во время весеннего ледохода и наводнения, вызванного ледовым затором в устье реки Тасеева в Ангаро-Енисейском бассейне, было потеряно 427,8 тыс. м³ древесины. Объемы потерь древесины при лесосплаве составили в 1962 г. 2,5 % от объема пуска в сплав [2].

Стихийное бедствие на Ангаре, произошедшее в 1973 году, когда при резком подъеме воды, вызванного ледяным затором до 9–10 метров над нормальным уровнем, в аварийной ситуации оказалось более 500 тыс. м³ круглых лесоматериалов, уложенных в штабеля в межнавигационный период на крупных приречных складах Ангарского, Пинчутского и Манзенского леспромпхозов предприятия «Богучанлес». С нижнего склада «Артюгино» Ангарского леспромпхоза, прорвавший ледяной затор вал воды унес 76,8 тыс. м³ древесины. В период ледохода 1981 года

на Ангаре с предприятия Енисейская сплавная контро-ля ледоходом было унесено 29 тыс. м³ древесины (табл. 1).

Таблица 1
Потери древесины предприятиями, расположенными на берегах Ангара

Причины потерь древесины	Объем, тыс. м ³
Деятельность предприятий «Красноярск-леспром», в 1958–1962 гг.	544
Стихийные бедствия 1966 г. от весеннего ледохода и наводнения	427
Весенний ледоход и половодье	294
Буксировка плотов	164
Стихийные бедствия, 1973 г.	500
Ангарский ЛПХ	77
Ледоход 1981 г.	29
Аварии плотов в 1977–1981 гг.	100
Всего	2135

2. Причиной образования скопления древесного сырья в Енисейском заливе можно отнести наличие большого количества предприятий относящихся к различным министерствам и ведомствам (Минлесбум-пром СССР, МВД СССР, министерство лесного хозяйства и топливной промышленности и т.д.), которые занимались лесозаготовительными и лесосплавными работами, несовершенство технологий выгрузки древесины в конечных пунктах, нарушение требований правил охраны водных объектов при лесосплаве [3].

Таким образом, объем потерь древесины при проведении технологических операций лесосплава и стихийных процессов составил около 2,1 млн м³. Часть объема этой древесины затонула в водах Енисейского залива, осела на берегах залива, затонула в реке.

К потерям необходимо добавить учтенные потери от буксировки древесины в плотях по рекам Ангара и Енисей за более чем тридцатилетний период после прекращения работ по сбору древесины Игарской СПК. В работе [5] отмечается: «Исследования, прове-

денные бывшим СибТИ, показали, что из 175 подвергнутых анализу плотов (объемом свыше 1,0 млн м³) потери древесины при авариях плотов на р. Ангаре за 9 навигаций составили 14,5 %, в том числе потеряно по вине транспортной организации 11,8 %, по вине лесосплавляющей организации – 1,7 % и по стихийным причинам – 1,0 %».

Аварии по вине лесосплавных предприятий связаны с нарушениями рейдами отправления технических условий сплотки пучков и формирования секций и плотов [3].

За более чем тридцатилетний период сплава в плотках объем сплава составил около 60,0 млн м³ древесины. По данным исследований [2; 5] в русле реки после лесосплава остается 0,5–2,5 % древесины. Причины технологических потерь в пути и на рейдах обусловлены неустроенностью лесосплавных путей и нарушением технических условий на сплотку пучков, формирование плотов [6; 8]. При сплаве 60 млн м³ древесины потери составят от 0,3 до 1,5 млн м³.

В целях недопущения выноса древесины в Енисейский залив Минлесбумпромом СССР в 1967 году была организована специализированная на сборе аварийной древесины Нижне-Енисейская сплавная контора, которой за период с 1977 г. по 1989 г. включительно было собрано 259 тыс. м³ аварийной древесины [2]. Организованная в 1984 году Игарская сплавная контора начала заниматься освоением аварийного древесного сырья в местах непосредственно примыкающих к Енисейскому заливу и на участке от Осиновых порогов до г. Игарка в 150 км севернее Полярного круга в зоне вечной мерзлоты. В 1986 году началось освоение аварийной древесины возле Енисейского залива.

За период работы Нижне-Енисейской и Игарской сплавных контор, было собрано с берегов р. Енисей 1473 тыс. м³ древесины.

Древесина в Енисейском заливе за время нахождения в воде под воздействием природных факторов окаривается, торцы бревен закругляются. В холодных водах Заполярья затонувшая и разнесенная по берегам древесина очень медленно подвергается гниению и порче, их механические свойства снижаются незначительно [9]. Однако такая древесина быстро растрескивается, деформируется, изменяется в цвете, образцы затопленной древесины сохранились, узнать ее можно по маркировке долотом с указанием номера леспромхоза (рис. 1).



Рис. 1. Образец затопленной древесины

При выполнении работ по очистке берегов Енисей от древесины была произведена проверка возможности применения на этих работах серийно выпускаемой в то время лесозаготовительной техники: ЛТ-72, ЛП-18А, ТТ-4, Т-180.

Опытная эксплуатация серийно выпускаемой техники в условиях арктического побережья Енисейского залива из-за высокого удельного давления на грунт – 49–88 кПа [2] (при допускаемом 20–30 кПа [4]), отсутствие предпускового подогрева двигателей и непригодности кабин для работы в зимних арктических условиях не дала положительных результатов.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются технологии очистки водных объектов от затонувшей и полузатопленной древесины на устьевом участке р. Енисей.

В качестве методологической основы принято аналитическое исследование архивных материалов с данными о запасах древесины и существующих технологиях очистки берегов, используемых лесосплавными предприятиями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходными материалами для разработки технологий очистки зоны Нижнего Енисей послужили результаты анализа литературных источников и архивных материалов кафедры водного транспорта леса СибТИ (ныне кафедра лесного инжиниринга СибГУ им. М. Ф. Решетнева).

В табл. 2 представлены результаты экспертной оценки запасов древесины на участках от г. Дудинка до мыса Олений, о. Сибирякова на левом берегу р. Енисей и от г. Игарка до В. Орловки и п. Диксон на правом берегу р. Енисей (рис. 2). Эти данные можно принять как ориентировочные, так как деятельность Игарской и Нижне-Енисейской сплавных контор по очистке р. Енисей и Енисейского залива была прекращена в 80-е годы [2]. Очистка берегов была остановлена, а лесосплав и лесосплавная деятельность лесопромышленных предприятий на берегах рек Ангара и Енисей продолжается до настоящего времени. Можно предполагать, что объемы разнесенной древесины увеличились. Поэтому для оценки реальных запасов скопившейся разнесенной, полузатопленной и затопленной древесины необходимо провести более детальные натурные обследования запасов древесины с использованием современных методов дистанционных средств исследования.

Работы по очистке берегов р. Енисей и Енисейского залива от древесины предлагается выполнять в два этапа. На первом этапе предполагается очистка правого берега р. Енисей. В табл. 3 представлен план первого этапа работ.

На участках 1, 2 работы выполняются по одинаковой технологии с использованием болотного форвардера Тром 20 [10].

На участке 3 работы выполняются с использованием модернизированного транспортного средства на воздушной подушке на основе СВП-А750 (далее – СВП) [7; 11].

Таблица 2
Исходные показатели для разработки технологий

Участок	Длина, км*	Запас, м ³ /км	Объем разнесенной древесины, тыс. м ³
Правый берег Енисея			
1. г. Игарка – г. Дудинка	230**	150	34,5
2. г. Дудинка – В. Орловка	350**	150	52,5
3. В. Орловка – п. Диксон	345		272,0
Итого			359,0
Левый берег Енисея			
1. г. Игарка – г. Дудинка	230**	150	34,5
2. г. Дудинка – м. Дорофеевский	350**	150	52,5
3. м. Дорофеевский – о. Олений, о. Сибирякова			518,0
Итого			597,0
Всего			956,0

Примечания:

* – средняя ширина полосы залегания на берегах равна 20–30 м;

** – очистка берегов р. Енисей в зоне действия Игарка и Дудинка на расстоянии 15 км вниз и вверх по течению выполняет население, используя древесину для собственных нужд.

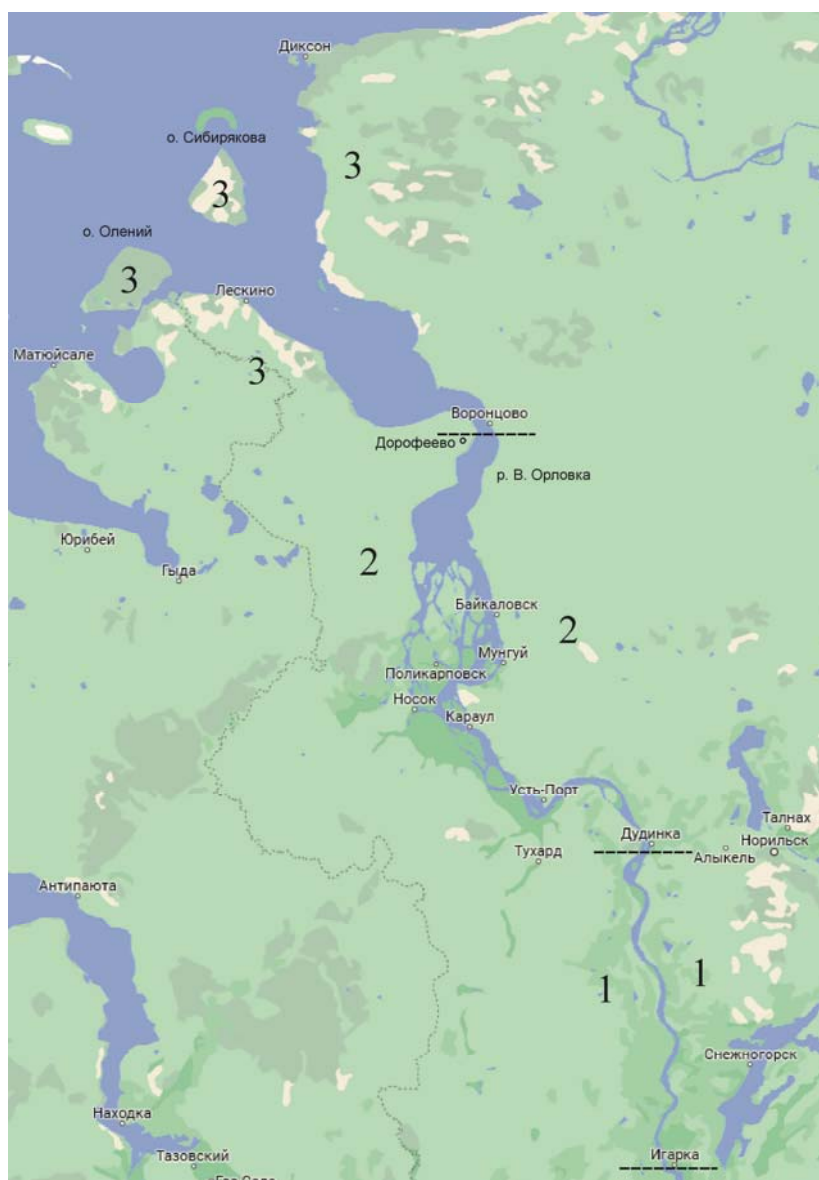


Рис. 2. Схема нижней части р. Енисей

Таблица 3
План первого этапа работ очистки правого берега
реки Енисей

Участок очистки	Номер участка	Протяженность, км	Объем, тыс. м ³
г. Игарка – г. Дудинка (правый берег)	1	230	34,5
г. Дудинка – р. В. Орловка (правый берег)	2	350	52,5
р. В. Орловка – п. Диксон	3	345	272,0

Накопленный опыт работ в трудных условиях лесотундры и тундры позволит спланировать и выполнить работы второго этапа – очистке левого берега р. Енисей и Енисейского залива.

Ниже представлены три технологические схемы очистки правого берега р. Енисей и Енисейского залива.

На рис. 3 представлена схема сбора древесины на участке реки от г. Игарка до г. Дудинка. Вся дистанция разбита на 3 участка. Для сбора разнесенной древесины принят болотный форвардер Тром 20 грузо-

подъемностью 8 т по земле и 5 т – по воде. Тром 20 оборудован краном Армада GM-7300, максимальная длина перевозимых грузов – 12 м. При полной загрузке Тром 20 оказывает давление на почву 300 г/см² (≈ 30 кПа), что обеспечивает сохранность почвенного слоя.

Пучки, сформированные с помощью болотного форвардера Тром 20 сбрасываются в воду и по течению поступает в запань. Контроль за движением пучком осуществляет катер КС-100Д. Выгрузка древесины из запани производится плавучим краном КПЛ-10-30.

На участке реки от г. Дудинка до р. В. Орловка принята более простая технология (рис. 4). При этом пучки, сформированные с помощью болотного форвардера Тром 20, сбрасываются в воду, формируется лента из пучков и катером КС-100Д буксируется под перегрузку краном КПЛ-10-30 на баржу.

На участке р. В. Орловка – п. Диксон практически невозможно использовать технику с удельным давлением на грунт более 20 кПа. Поэтому в качестве основного оборудования выбрано судно на воздушной подушке СВП [11].

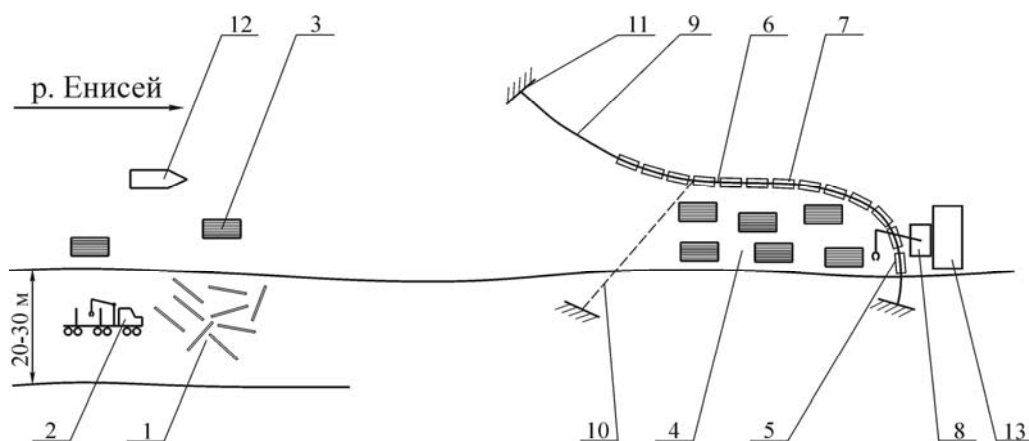


Рис. 3. Технологическая схема сбора древесины на участке г. Игарка – г. Дудинка:

1 – разнесенная древесина; 2 – болотный форвардер Тром 20; 3 – пучок сортиментов; 4 – пыж из пучков; 5 – поперечная часть запани; 6 – продольная часть запани; 7 – наплавная часть запани (металлические бочки); 8 – плавучий кран КПЛ-10-30; 9 – воронкообразная часть запани; 10 – береговой вынос; 11 – русловый вынос; 12 – катер КС-100Д; 13 – баржа

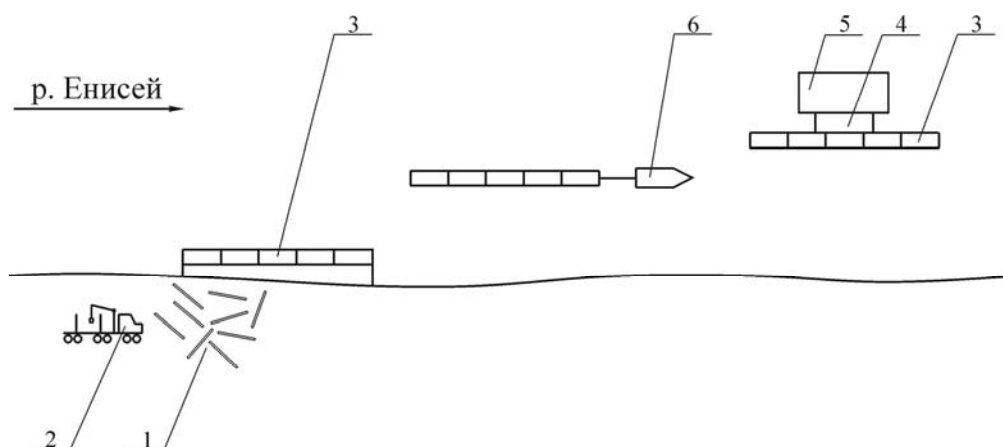


Рис. 4. Схема сбора древесины на участке г. Дудинка – р. В. Орловка:

1 – разнесенная древесина; 2 – болотный форвардер Тром 20; 3 – сформированная лента пучков; 4 – плавучий кран КПЛ-10-30; 5 – баржа; 6 – катер КС-100Д

О возможности использования на лесосплаве агрегатов на воздушной подушке упоминается в статье П.П. Качалова опубликованной в 1968 г. [12], в которой отмечается: «Суда на воздушной подушке имеют ряд эксплуатационных преимуществ: высокую проходимость, возможность применения на водоемах с малыми глубинами и повышенную скорость хода..., могут выходить на пологий берег и при этом могут выполнять разгрузочно-погрузочные операции. Такие эксплуатационные преимущества способствуют использованию нового принципа движения при создании судов для мелководных, несудоходных рек, прибрежных районов морей, изобилующих отмелями».

В принятый агрегат внесены конструктивные изменения. Для сбора древесины устанавливаются два гидроманипулятора типа ELITE 910 [14] (рис. 5).

Характеристика гидроманипулятора ELITE 910:

- максимальная грузоподъемность – 3959 кг;
- максимальный вылет стрелы – 9,7 м;
- грузоподъемность на максимальном вылете – 1395 кг;
- масса гидроманипулятора – 2241 кг;
- полноповоротный механизм – 360°, 9 обор./мин;
- захват – 0,36 м².

Гидроманипуляторы устанавливаются по разным бортам СВП, что позволяет уравновесить загрузку агрегата.

На рис. 6 представлена технологическая схема сбора и транспортировки древесины на участке р. В. Орловка – п. Диксон [7].

Агрегат СВП, установленными гидроманипуляторами собирает древесину вдоль берега реки, полузатопленную древесину в Енисейском заливе и выгружает ее на грузовую площадку СВП. Две грузовые площадки размерами 6×7×1,1 м вмещают 60 м³ древесины.

Агрегат СВП рассчитывается на остойчивость только при перегрузке древесины манипулятором с грузовой площадки на баржу. Расчет на остойчивость выполняется для следующих данных:

1. Габариты СВП, $L \times B \times H = 35,2 \times 13,4 \times 3,0$ м.
2. Вес двух гидроманипуляторов ELITE 910, $Q = 2 \times 2,5 = 5$ т.
3. Вес поднимаемого груза при максимальном вылете, $q_{гр} = 2,0$ т.
4. Вес плавучего основания, $Q_{п} = 30$ т.
5. Максимальный вылет стрелы, $l_c = 9,7$ м.
6. Высота центра тяжести груза от палубы, $l = 5$ м.
7. Высота центра тяжести плавучего основания, $0,5H = 1,5$ м.
8. Запас воды под днищем, $t = 0,8-1,0$ м.
9. Отношение длины к ширине, $L/B = 35/13,4 = 2,61$.
10. Отношение ширины к осадке, $B/T = 13,4 / 1,5 = 8,93$.
11. Вес принимаемой древесины, $Q_{др} = 53$ т.

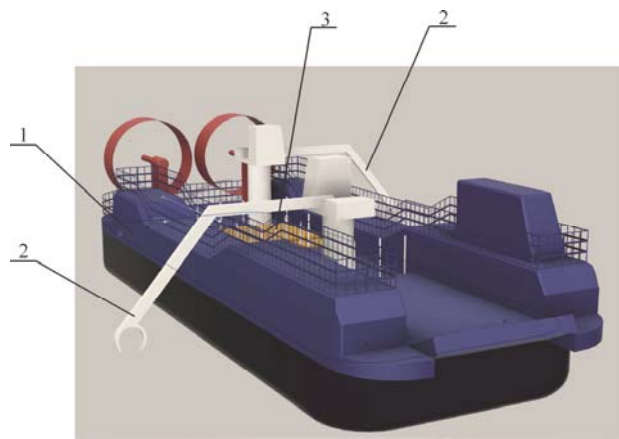


Рис. 5. Схема агрегата на базе СВП:

1 – корпус; 2 – гидроманипулятор; 3 – грузовая площадка

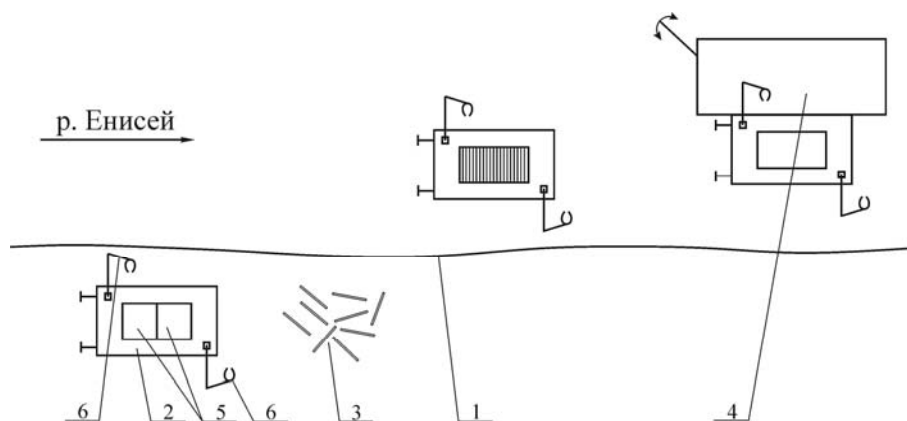


Рис. 6. Схема сбора древесины на участке р. В. Орловка – п. Диксон:

1 – береговая линия; 2 – агрегат СВП; 3 – разнесенная древесина; 4 – баржа; 5 – грузовые площадки; 6 – гидроманипулятор

Масса деталей для обустройства грузовых площадок для сортиментов и укрепления днища палубы, $q_m = 2$ т.

Осадка СВП в момент подъема древесины с учетом коэффициента полноты объемного водоизмещения определяется по зависимости [13]:

$$T = \frac{Q_{\text{п}} + Q + q_{\text{гр}} + q_m + Q_{\text{др}}}{L \cdot B \cdot \sigma} = \frac{30 + 5 + 2 + 2 + 53}{35,2 \cdot 13,4 \cdot 0,9} = 0,22 \text{ м},$$

где σ – коэффициент полноты водоизмещения, $\sigma = 0,9$.

Координата центра тяжести системы агрегат-груз Z определяется из равенства суммы моментов составляющих весов относительно основной плоскости и момента от веса всей системы P относительно той же плоскости:

$$Z = \frac{Q_{\text{п}} \cdot Z_g + P_{\text{к}} \cdot Z_{\text{к}} + q_{\text{гр}} \cdot Z_{\text{гр}}}{Q_{\text{п}} + P_{\text{к}} + q_{\text{гр}}},$$

где Z_g – координата центра тяжести плавучего основания:

$$Z_g = k \cdot H = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ м},$$

здесь k – коэффициент равный 0,35–0,55 [13]; H – высота борта, $H = 3,0$ м; $P_{\text{к}}$ – вес гидроманипуляторов и укрепления днища, $P_{\text{к}} = 2 \cdot 2,5 + 2 = 7$ т; $Z_{\text{к}}$ – расстояние от основной плоскости до центра тяжести гидроманипуляторной установки, $Z_{\text{к}} = 4,5$ м; $Z_{\text{г}}$ – расстояние от основной плоскости плавучего основания до точки подвеса груза, $Z_{\text{г}} = 5,5$ м.

$$Z = \frac{30 \cdot 1,2 + 7 \cdot 4,5 + 2 \cdot 5,5}{30 + 7 + 2} = 2 \text{ м}.$$

Угол крена плавучего основания при работе гидроманипулятора определяется по формуле [13]:

$$\sin \theta = \frac{q_{\text{гр}} \cdot l}{D_3 \cdot \left(h_1 - l_1 \cdot \frac{q_{\text{гр}}}{D_3} \right)},$$

где l – рабочий вылет стрелы, $l = 7,0$ м; D_3 – полная грузоподъемность СВП = 60 т; l_1 – расстояние от верха стрелы до основной линии баржи, $l_1 = 7,0$ м; h_1 – малая метacentрическая высота:

$$h_1 = \rho_1 - Z_g + Z_c = 8,69 - 1,2 + 0,87 = 8,36 \text{ м},$$

здесь ρ_1 – малый метacentрический радиус:

$$\rho_1 = \frac{1}{12} \cdot \frac{B^2}{T} = \frac{1}{12} \cdot \frac{13,4^2}{1,72} = 8,69 \text{ м},$$

где T – осадка СВП после приема груза, $T = 1,5 + 0,22 = 1,72$ м;

$$Z_c = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \cdot T = \frac{0,9}{0,9 + 0,94} \cdot 1,72 = 0,84 \text{ м},$$

где α – коэффициент полноты объемного водоизмещения, $\alpha = 1,0$;

δ – коэффициент вертикальной полноты водоизмещения, $\delta = 0,94$;

$$\sin \theta = \frac{2 \cdot 7}{60 \cdot \left(8,36 - 7 \cdot \frac{2}{60} \right)} = 0,0284.$$

Угол крена равен $1^\circ 42' < 4^\circ$. Таким образом, приведенные расчеты подтвердили сохранение остойчивости СВП при проведении погрузочно-разгрузочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ выполненных исследований показал, что в результате деятельности лесосплавных предприятий на берегах Ангары и Енисея, наличия свойства древесины терять запас плавучести при длительном нахождении в воде, наводнений, аварий плотов при буксировке и воздействии течения рек Ангары и Енисея, в устье Енисея сформировались запасы затонувшей и разнесенной по берегам древесины. Деятельность лесозаготовительных и лесосплавных предприятий продолжается и в настоящее время, поэтому происходит увеличение запасов древесного сырья на устьевом участке р. Енисей и Енисейского залива.

2. Для сбора аварийной древесины, разнесенной по берегам были созданы специализированные лесосплавные предприятия – Нижне-Енисейская и Игарская сплавные конторы. Разработанные технологии и технические средства, используемые в восьмидесятые годы, не были приспособлены к условиям их эксплуатации в северных территориях, поэтому затраты на очистку акватории и берегов реки и Енисейского залива были экономически неэффективны и работы были приостановлены.

3. В целях очистки устьевых участков р. Енисей и Енисейского залива необходимо выполнить следующие работы:

- выполнить натурное обследование территорий с целью оценки запасов затонувшей и разнесенной по берегам древесины, используя современные дистанционные и натурные методы исследований;

- разработать технологию очистки Енисейского залива от затонувшей и разнесенной по берегам древесины с учетом требований ГОСТ 17.1.3.01–76 [3];

- обосновать взаимодействие современных принятых технических средств сбора затонувшей и разнесенной по берегам древесины с учетом экологической безопасности для окружающей среды при эксплуатации в условиях тундры;

- исследовать физико-механические свойства топляковой древесины и выдать рекомендации по ее использованию в производственных целях.

4. Собранная древесина не только улучшит экологическую ситуацию на северной территории, но и может быть использована для получения конечного продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Минаев И. Арктика – территория заблуждений // Красноярский Рабочий. № 16. 30.04.2019.

2. Борисов Ю. П. Освоение древесного сырья на акватории водохранилищ Восточной Сибири и Енисейского залива // Лесоэксплуатация и лесосплав: Обзорная информация. Вып. 5. М. : ВНИПИЭЛеспром, 1987. 36 с.

3. ГОСТ 17.1.3.01–76 «Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны водных объектов при лесосплаве» утвержден и введен в действие Постановле-

нием Государственного комитета СССР по стандартам от 29.12.1976 г.

4. Куляшов А. П., Колотилин В. Е. Экологичность движителей транспортно-технологических машин. М. : Машиностроение, 1993. 288 с.

5. Водный транспорт леса : учебник для вузов / А. А. Камусин, [и др.] / под ред. В. И. Пятакина. 2-е изд., стер. М. : МГУЛ, 2002. 422 с.

6. Оценка объемов и качества древесной массы на реках Ангара-Енисейского района / В. Н. Худонотов [и др.] // Лесоэксплуатация : межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1995. С. 61–65.

7. Демакова Т. С., Иванов М. Д., Корпачев В. П. Разработка конструкции механизма для очистки от загрязнений акватории и береговой полосы в условиях Крайнего Севера // Машиностроение: новые концепции и технологии : сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2021. С. 75–79.

8. Оценка объемов топликовой древесины в реке Енисей на участке от Усть-Маны до Красноярска / В. П. Корпачев [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. XXXVII. № 2. С. 117–121.

9. Савиных Ю. М. Лесосплав и состояние водных объектов в условиях Крайнего Севера // Сб. тр. ЦНИИЛесосплав. М. : Лесная пром-сть, 1986. С. 91–94.

10. Компания «Тром». Снегоболотоходы : офиц. сайт. Сургут. URL: <https://trom8x8.ru/> (дата обращения: 15.03.2022). Текст : электронный.

11. Судостроительная компания «Аэроход» : офиц. сайт. Нижний Новгород. URL: <https://www.aerohod.ru/> (дата обращения: 15.03.2022). Текст : электронный.

12. Качалов П. П. О возможности использования на лесосплаве агрегатов на воздушной подушке // Сб. научных трудов по лесосплаву. 1968. № 10. С. 67–75.

13. Кондратьев В. П. Флот на лесосплаве : учебное пособие / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. Всесоюз. заоч. лесотехн. ин-т. Ленинград, 1964. 235 с.

14. ООО «Тимбермаш Байкал» официальный дилер производителя погрузочно-разгрузочного оборудования Rotobec. Каталог оборудования – 2020. Иркутск. URL: <https://tmbk.ru/tekhnika/pogruzочно-razgruzочноe-oborudovanie-rotobec> (дата обращения 11.10.2021). Текст : электронный.

REFERENCES

1. Minayev I. Arktika – territoriya zabluzhdeniy // Krasnoyarskiy Rabochiy. № 16. 30.04.2019.

2. Borisovets Yu. P. Osvoeniye drevesnogo syr'ya na akvatorii vodokhranilishch Vostochnoy Sibiri i Eniseyskogo zaliva // Lesoekspluatatsiya i lesosplav:

Obzornaya informatsiya. Vyp. 5. M. : VNIPIELesprom, 1987. 36 s.

3. GOST 17.1.3.01–76 “Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila okhrany vodnykh ob”yektov pri lesosplave” utverzhden i vveden v deystviye Postanovleniyem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 29.12.1976 g.

4. Kulyashov A. P., Kolotilin V. E. Ekologichnost' dvizhiteley transportno-tekhnologicheskikh mashin. M. : Mashinostroyeniye, 1993. 288 s.

5. Vodnyy transport lesa: uchebnik dlya vuzov / A. A. Kamusin, [i dr.] / pod red. V. I. Patyagina. 2-e izd., ster. M. : MGUL, 2002. 422 s.

6. Otsenka ob”yemov i kachestva drevesnoy massy na rekakh Angaro-Eniseyskogo rayona / V. N. Khudonogov [i dr.] // Lesoekspluatatsiya : mezhvuz. sb. nauch. tr. Krasnoyarsk, 1995. S. 61–65.

7. Demakova T. S., Ivanov M. D., Korpachev V. P. Razrabotka konstrukcii mekhanizma dlya ochistki ot zagryaznenij akvatorii i beregovoy polosy v usloviyakh Krajnogo Severa // Mashinostroyeniye: novye koncepcii i tekhnologii: Sb. mat. Vseros. nauch.-prakt. konf. Krasnoyarsk, 2021. P. 75–79.

8. Otsenka ob”yemov toplyakovoy drevesiny v reke Enisey na uchastke ot Ust'-Many do Krasnoyarska / V. P. Korpachev [i dr.] // Khvoynyye boreal'noy zony. 2019. T. XXXVII. № 2. S. 117–121.

9. Savinykh Yu. M. Lesosplav i sostoyaniye vodnykh ob”yektov v usloviyakh Krajnogo Severa // Sb. tr. TsNII Lesosplav. M. : Lesnaya prom-st', 1986. S. 91–94.

10. Kompaniya “Trom”. Snegobolotokhody : ofits. sayt. Surgut. URL: <https://trom8x8.ru/> (data obrashcheniya: 15.03.2022). Tekst : elektronnyy.

11. Sudostroitel'naya kompaniya “Aerokhod” : ofits. sayt. Nizhniy Novgorod. URL: <https://www.aerohod.ru/> (data obrashcheniya: 15.03.2022). Tekst : elektronnyy.

12. Kachalov P. P. O vozmozhnosti ispol'zovaniya na lesosplave agregatov na vozduшной podushke // Sb. nauchnykh trudov po lesosplavu. 1968. № 10. S. 67–75.

13. Kondrat'yev V. P. Flot na lesosplave : uchebnoye posobiye / M-vo vyssh. i sred. spets. obrazovaniya RSFSR. Vsesoyuz. zaoch. lesotekhn. in-t. Leningrad, 1964. 235 s.

14. ООО “Timbermash Baykal” ofitsial'nyy diler proizvoditelya pogruzочно-razgruzочноgo oborudovaniya Rotobec. Katalog oborudovaniya – 2020. Irkutsk. URL: <https://tmbk.ru/tekhnika/pogruzочно-razgruzочноe-oborudovanie-rotobec> (data obrashcheniya 11.10.2021). Tekst : elektronnyy.

© Корпачев В. П., Пережилин А. И., Андрияс А. А., Иванов М. Д., 2022

Поступила в редакцию 20.05.2022

Принята к печати 10.11.2022