



РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ

5

1947

РЕЧИЗДАТ

МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

- В. П. Панфилов** — Узловые вопросы организации
труда на речном транспорте 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

- Инж. П. А. Селиванов** — Молотовская ГЭС и
плотоперевозки на Каме 3

ФЛОТ

- Канд. техн. наук Н. В. Маттес** — К вопросу о
сложном изгибе и устойчивости некоторых
судовых пластин 7
- Канд. техн. наук З. А. Хандов** — Работа судовых
дизелей по газожидкостному циклу . . . 13

ВОДНЫЕ ПУТИ

- Инж. В. В. Баланин** — Уроки паводка на Северо-
донецкой шлюзованной системе 17
- Инж. Н. В. Матанцев** — Гидроугольник 19

ЗА РУБЕЖОМ

- Канд. техн. наук, А. И. Чекренев** — Судоподъемник
„Нидерфинов“ и недостатки его
конструкции 21

БИБЛИОГРАФИЯ

- Инж. Г. А. Борознич** — Хорошее руководство . . 24

Новые книги по водному транспорту 3-я стр. обложки

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Петровка, 3/6,
Министерство речного флота СССР
Тел. К 0-29-80, доб. 1-64.

АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА: Москва, центр,
Рыбный пер., 2, пом. 21, тел. К 4-08-09.

РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ

О Р Г А Н
МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО
ФЛОТА СССР

МАЙ 1947 г.

7-й ГОД ИЗДАНИЯ



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОЛИТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



№ 5

УЗЛОВЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ

В. П. ПАНФИЛОВ

Во втором году новой пятилетки на речном транспорте производительность труда должна возрасти по перевозкам на 11% против 1946 г., по погрузочно-разгрузочным работам — на 24% и по промышленности Министерства — на 6,7%. Чтобы обеспечить такое повышение производительности, предстоит провести ряд серьезных мероприятий. Необходимо улучшить организацию труда, максимально механизировать его и правильно расставить и перегруппировать рабочую силу, а также инженерно-технические кадры.

Прежде всего необходимо изменить существующее положение с распределением работников речного транспорта по отраслям хозяйства и видам труда. За последние годы, особенно за время войны, численность работников, занятых в основных отраслях во флоте, портах, путевом хозяйстве и промышленных предприятиях, сократилась и составляет 91,5% к 1940 году. В то же время рабочая сила, занятая в подсобных предприятиях, на дрово-лесозаготовках, в жилищно-бытовых организациях и т. д., возросла до 141% к довоенному уровню. В 1940 г. промышленно-производственный персонал составлял в общей численности работников Министерства 75,5%, а к 1946 г. по предварительным итогам — 67,3%. Удельный же вес работников вспомогательно-обслуживающих хозяйств, наоборот, поднялся с 15,9% в 1940 г. до 24,4% в 1946 г.

Особенно резко возросла численность персонала обслуживающих хозяйств промышленных предприятий. В то время как объем валовой продукции предприятий Министерства повысился против 1940 г. на 18,5%, численность рабочих основных и вспомогательных цехов снизилась на 8,5%, а непромышленный персонал увеличился на 69%. Нет сомнения, что надо серьезно пересмотреть такое распределение рабочей силы и максимальное число работников передать на основные участки. В плане на 1947 г. намечено удельный вес работников обслуживающих хозяйств снизить по Мини-

стерству до 22,9%, а производственных отраслей — повысить до 69%. Но эту тенденцию следует усилить и намеченный план перевыполнить.

Необходимо тщательно проверить целесообразность существующих подсобных предприятий. Численность занятых в них работников планом 1947 г. предусмотрено сократить против 1946 г. на 6,5%, но все же она будет на 2% выше, чем до войны.

Большое внимание надо уделить дрово-лесозаготовкам. Здесь число работников возросло против довоенного уровня почти в четыре раза. Сейчас, когда речной транспорт получает от топливной промышленности больше топлива, часть работников с дровозаготовок должна быть переключена на заготовки деловой древесины. Необходимо проверить также использование работников прочих обслуживающих организаций, которых в 1946 г. было на 9% больше, чем в 1940 г., и по плану в 1947 г. должно быть на 2% меньше, чем в 1946 г.

Более правильную расстановку рабочей силы для лучшего использования ее и высвобождения излишних работников следует провести также на основных участках. За время войны произошли изменения в объеме и составе грузов и флота. Этому не всегда соответствовали изменения в расстановке работников. Так, объем перевозок в приведенных тонно-километрах в 1946 г. составлял 58,2% перевозок 1940 г., а численность занятых работников (плавающий и береговой составы) — 80% к 1940 г. Технический флот уменьшился за годы войны на 11,5%, а число работников пути — всего на 1%.

Большую роль в улучшении организации труда должно сыграть техническое нормирование. Закон о новом пятилетнем плане требует: «Расширить применение в промышленности технически обоснованных норм, учитывая при этом передовую технологию и возросшую тех-

ническую вооруженность труда. Обеспечить дело нормирования труда опытными кадрами инженеров и техников».

На промышленных предприятиях речного транспорта положение с нормированием труда до сих пор не исправлено. В 1945 г. нормирование по единым нормам составляло 57,8%, по местным нормам — 38,1%, а 4,1% нарядов были выданы с нормами по соображению. В 1946 г. единые нормы составляли 63,8%, местные — 31% и по соображению — 5,2%. Таким образом применение норм по соображению в последний год даже повысилось. Характерно, что единые нормы перевыполняются в среднем на 30—40%, местные — на 40—60%, а нормы по соображению — на 50—80%. Так, по предприятиям Московско-Волжско-Камского центрального управления местные нормы в 1946 г. выполнялись на 136,3%, по ВостЦУРФ — на 141, по ЮжЦУРФ — на 151, по Цупромречфлоту — на 148% и т. д. Нормы по соображению в целом по Министерству выполнялись в 1946 г.: на котельных работах — на 162%, кровельных — на 172, медно-трубных — на 165, столярных — на 156, инструментальных — на 157 и т. д. Это — нормы заниженные, они нарушают социалистический принцип оплаты по труду.

Приведенные цифры показывают, что применяемые нормы зачастую основаны на среднестатистических данных о производительности труда, в которых сваливаются в одну кучу достижения передовых и показатели отстающих рабочих. Более того, на многих предприятиях при определении норм ориентируются на отстающих рабочих, а не на передовых. Кое-где нормы выработки устарели, не соответствуют значительным техническим и организационным изменениям, происшедшим за последнее время.

Совет Министров СССР в постановлении о государственном плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1947 г. указал, что планы должны быть рассчитаны не на среднеарифметические нормы, достигнутые в производстве, а на среднепрогрессивные, т. е. должны равняться на передовых. Согласно решению Совета Министров СССР сейчас предстоит разработать и утвердить новые дифференцированные среднепрогрессивные нормы на основе средних показателей достигнутых передовыми бригадами, цехами, участками и рабочими. Такую работу нужно проделать и на предприятиях Министерства речного флота по отдельным видам производства.

При разработке новых норм надо пересмотреть и технологические процессы, приведя их в соответствие с передовыми, новейшими методами производства.

Таким образом улучшение технического нормирования должно сочетаться с внедрением новой техники и технологии, повышением использования оборудования и механизмов, распространением опыта работников речного транспорта. Главная задача заключается в том, чтобы научить всех работать высокопроизводительно, беречь каждую минуту рабочего времени.

Для внедрения среднепрогрессивных норм необходимо составить тщательно продуманные планы организационно-технических мероприятий по каждому предприятию. При этом надо решительно, по-большевистски преодолевать, ломать силу старых традиций и коренным образом улучшить руководство производством и производственное планирование.

Существенный подъем производительности труда немалым без резкого повышения культуры работы, ее четкости и ритмичности. Уместно напомнить руководи-

телям и инженерно-техническим работникам речного транспорта решения XVIII Всесоюзной партийной конференции, которая требовала: выполнять план каждый день, выполнять план не только по количественным, но и по качественным показателям, работать ритмично, повседневно укреплять режим экономии и хозяйственный расчет. Промышленные предприятия Министерства в первом квартале 1947 г. не выдержали намеченных темпов работы, план по валовой продукции выполнили на 96,4%, а по производительности труда — на 97,7%. Это отставание должно быть немедленно ликвидировано.

Особой задачей в области организации труда является сокращение административно-управленческого аппарата и перевод служащих на производство.

Большевистская партия, создатели советского государства Ленин и Сталин всегда боролись против разбухания управленческого аппарата. Актуальным вопросом остается и в настоящее время наиболее целесообразное использование всех трудовых ресурсов, борьба с излишествами в государственном аппарате.

В органах речного транспорта еще имеются излишества такого рода, административно-управленческий аппарат зачастую не соответствует объему работ. Это не только приводит к неправильному использованию отдельных работников, но и осложняет работу аппарата, делает его громоздким, менее оперативным. В 1947 г. намечено перевести на производство из управленческого аппарата, охраны предприятий и учреждений, из подсобных и вспомогательных хозяйств 21,3 тыс. чел., в том числе из управленческого аппарата 4890 чел. Административно-управленческий персонал в эксплуатации должен сократиться на 2400 чел., в путевском хозяйстве — на 470 чел., в промышленности — на 460 чел., по управлениям пароходств и БУП — на 200 чел., по ОРС — почти на 1000 чел., по дрово-лесозаготовкам — на 190 чел. и т. д.

Наряду с сокращением аппарата важным условием улучшения его работы является повышение квалификации служащих, культуры их работы. Необходимо лучше организовать работу учреждений, сократить переписку и отчетность. В ряде случаев следует пересмотреть структуру аппарата, упразднив нагромождения отделов, секторов, групп, зачастую дублирующих административную работу. Нужно сокращать число заместителей, помощников, секретарей. Упрощение административно-управленческого аппарата приведет к более четкому руководству. Заняться упрощением аппарата должны непосредственно руководители предприятий и учреждений. Было бы неправильно сосредоточивать всю эту работу в Министерстве.

Весьма значительным фактором в деле подъема производительности труда и лучшей его организации является дальнейшее развитие Всесоюзного социалистического соревнования.

ВЦСПС и Министерство речного флота в сентябре 1946 г. установили новые условия Всесоюзного соревнования предприятий и судов МРФ СССР за выполнение и перевыполнение послевоенной сталинской пятилетки. Совет Министров СССР эти условия утвердил. Передовикам, выполнившим их, будут присуждаться переходящие красные знамена Совета Министров СССР, красные знамена ВЦСПС и МРФ СССР, а также премии.

(Окончание статьи см. на 3 стр. внизу.)



МОЛотовСКАЯ ГЭС И ПЛОТОПЕРЕВОЗКИ НА КАМЕ¹

Инж. П. А. СЕЛИВАНОВ

В Камском бассейне расположены огромные лесные массивы, занимающие больше 24 млн. гектаров. Уже в ближайшее время здесь будут заготавливать до 27 млн. м³ лесопроductии в год. Эти лесные богатства освоены еще далеко не полностью, и разработка массивов будет неуклонно усиливаться, ибо лес нужен Поволжью, Донбассу и Северному Кавказу, куда доставка его с Камы обходится дешевле, чем из других лесных районов СССР.

Согласно решению Совета Министров СССР перевозки леса в плотах по Каме должны возрасти с 3,1 млн. м³ в 1946 г. до 13,3 млн. м³ в 1950 г., т. е. в четыре с лишним раза (рис. 1). Не во многих речных парокходствах должен произойти в предстоящем пятилетии такой рост перевозок. С этим связаны большие изменения и в технике и в организации плотоперевозок.

Коренные изменения в плотоперевозках вызовет предусмотренная законом о послевоенном пятилетнем плане постройка Молотовской ГЭС.

Гидростанция (рис. 2) будет построена у правого берега, в 1,5 км ниже впадения в Каму р. Чусовой. У левого берега располагается в две параллельные нитки шестикамерный шлюз; размеры камер 210×30×4 м.

Плотина Молотовской ГЭС поднимет уровень меженных вод на 19 м. Подпор распространится до устья Вишеры. Образуется огромное водохранилище объемом около 11 млрд. м³. Ширина его будет достигать в отдельных местах 20—25 км. Условия плавания приблизятся к озерным. Притоки Камы: Чусовая, Сытва,

Косьва, Иньва и др. на значительном протяжении станут судоходными. Ниже плотины, до Камского Устья, за

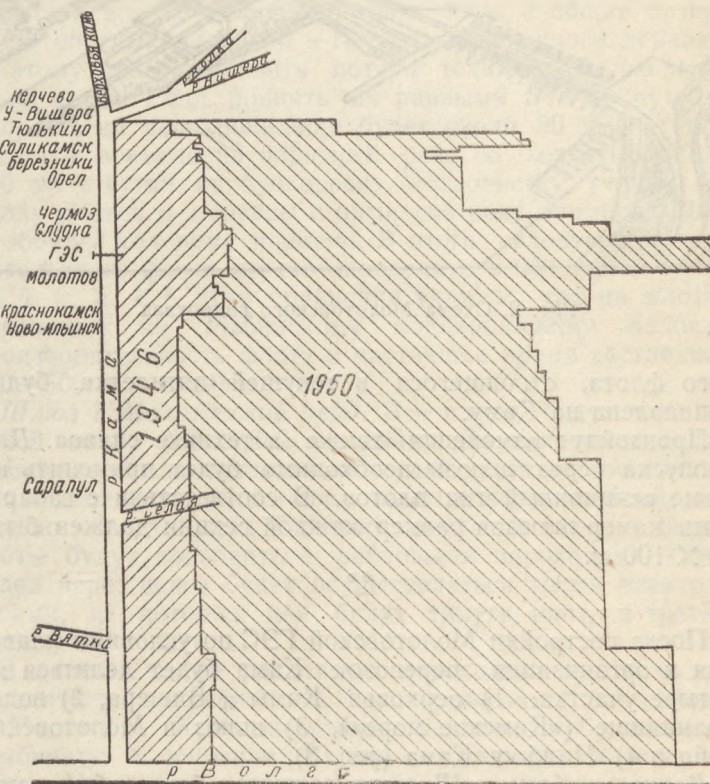


Рис. 1. Диаграмма густоты движения плотов на Каме

¹ Из работ Камского отделения ВНИТОВТ

Новые условия Всесоюзного социалистического соревнования предъявляют более высокие требования по сравнению с соревнованием военного времени. Чтобы победить в соревновании, нужно не только выполнить и перевыполнить государственный план перевозок в тонно-километрах и по основным видам грузов, а также выпуска промышленной продукции высокого качества и по заданной номенклатуре. Необходимо еще выполнить план повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции, а также жилищного и культурно-бытового строительства.

Новые условия соревнования мобилизуют всех работников речного транспорта на борьбу за разрешение узловых вопросов послевоенного развития производства и повышения производительности труда.

В текущем году речной транспорт должен резко увеличить по сравнению с 1946 г. темпы своего восстановле-

ния и развития. Перевозки должны возрасти более чем на 25%, погрузочно-разгрузочные работы — более чем на 40% и валовая продукция промышленных предприятий — на 13%. Такой рост может быть достигнут только при решительном улучшении организации труда. Руководителям речного транспорта и инженерно-техническим работникам нужно всемерно укреплять социалистические методы хозяйствования, широко внедрять и максимально использовать новую технику и технологию, правильно расставить рабочую силу и кадры, улучшить планирование и нормирование труда, всемерно подтягивать отстающих работников до уровня передовых и на основе социалистического соревнования поднимать творческую активность масс. Тогда, без сомнения, к 30-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции государственный план второго года пятилетки будет выполнен и перевыполнен.

счет регулирования стока и дополнительных попусков воды из водохранилища глубины повысятся в межень и приблизятся к волжским. Такое увеличение глубин позволит применить на Каме высокоэффективные винтовые буксиры.

Новые суда к концу пятилетия составят основное ядро флота Камы. Почти одна шестая всего нового буксир-

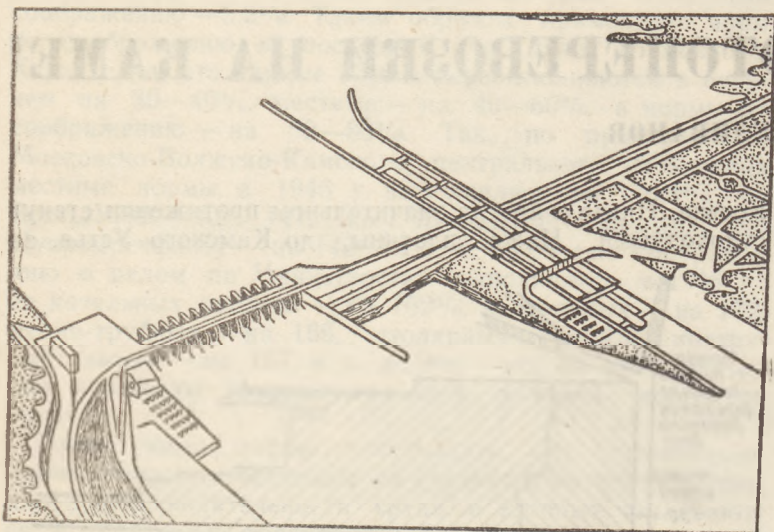


Рис. 2. Схема Молотовского гидроузла

ного флота, строящегося в текущей пятилетке, будет направлена на Каму.

Произойдут изменения также в технике сплава. Для пропуска через шлюзы необходимо будет применить на Каме секционный тип плотов. В соответствии с габаритами камер шлюзов размер каждой секции должен быть 28×100 м.

После постройки Молотовской ГЭС по условиям плавания и организации перевозок Кама будет делиться на четыре участка: 1) верховья Камы и Вишера, 2) водохранилище («Камское море»), 3) шлюз и Молотовский рейд и 4) Нижняя Кама (рис. 3).

Верховья Камы и Вишера остаются без особых изменений, так как подпор от плотины сюда не распространится. В Керчево, как и в настоящее время, будет лесосплоточный рейд. До этого рейда с помощью землечерпания будет поддерживаться до 1 октября глубина в 2 м с тем, чтобы отсюда плоты могли тти на Волгу без увеличения осадки. Весною до постановки Керчевской запани (10—15 июня) намечается судоходство до реки Порыша с целью вывода плотов зимней и ранней весенней сплотов. В этот период могут сплавляться на участке Порыш — Весляны плоты в три секции габаритами 28×300 м и ниже Весляны — плоты в четыре секции габаритами 28×400 м. На Вишере плотоперевозки, как и сейчас, будут происходить в течение всей навигации.

Для плотоперевозок на верховьях Камы и Вишере намечаются буксирные колесные пароходы мощностью в 200—300 и. л. с. Благодаря улучшению эксплуатации производительность флота на этих участках несколько повысится и составит около 900 ткм на 1 силосутки.

Водохранилище («Камское море») по условиям плавания будет разделяться на три участка (рис. 4):

а) от плотины до с. У. Горевское (71 км); участок извилистый, шириной в 3—4 км, с одним боковым за-

топлением (долина р. Чусовой); высота волны здесь не будет превышать 1,4 м; участок сравнительно безопасный;

б) от с. У. Горевское до д. Емельянской (84 км); участок сравнительно прямолинейный, с боковыми затоплениями по долинам рек Обвы, Косьвы и Иньвы; ширина зеркала водохранилища — до 20—25 км; это наиболее опасный участок, так как здесь будут наиболее частые волнения и волна может достигать в высоту 3 м;

в) от д. Емельянской до у. Вишеры (110 км); это сравнительно прямолинейный участок шириной в среднем до 6—7 км, без боковых затоплений; высота волны будет не больше 2,6 м.

По заключению ЦНИИЛесосплава, буксировка плотов становится опасной при волне высотой в 0,8 м. Продолжительность опасных волнений на участках составляет: первом — 5% длительности навигации, втором — 23% и третьем — 8%.

Скорости течения на водохранилище будут колебаться от 0,1 м/сек. (в межень) до 0,8 м/сек. (в период максимального сброса весенней воды через плотину). На участках выклинивания подпора, примерно от Пожвы и выше, скорости течения будут близкими к бытовым. Вскрытие водохранилища и очистка его от льда по сравнению с бытовыми условиями могут запаздывать на 10—12 суток, а замерзание, наоборот, наступать раньше на 10—12 суток².

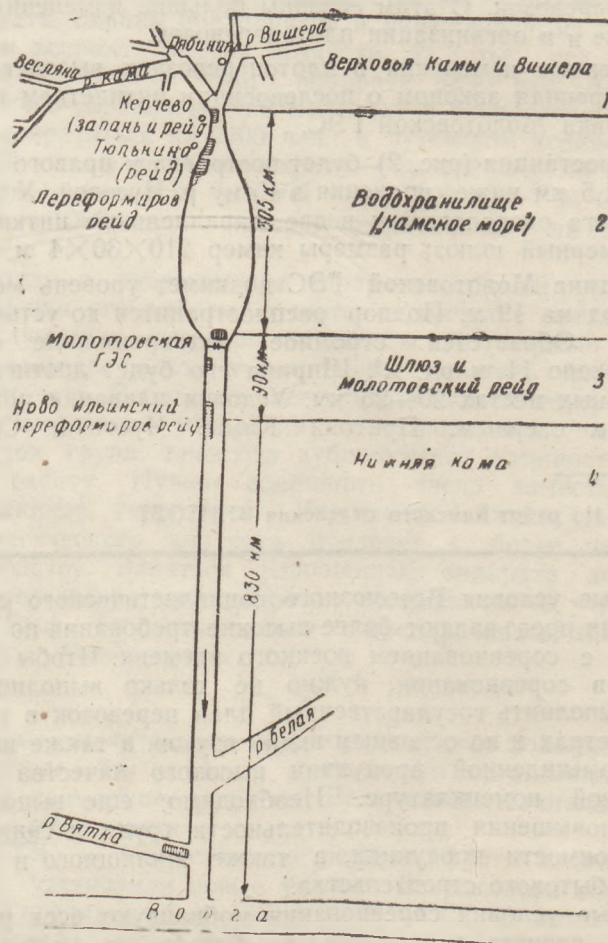


Рис. 3. Схема районирования Камы для плотоперевозок после постройки Молотовской ГЭС

² Чтобы избежать сокращения навигации вследствие этих изменений, повидимому целесообразно будет производить на водохранилище ледокольные работы. (Ред.).

Учитывая эти особые условия плавания, для перевозок по водохранилищу проектируются крепленные плоты габаритами 28×200 м (из двух секций) с осадкой весной в 3, в межень — в 2 м; кубатура плотов — от 6 до 8 тыс. м³. В отдельных случаях объем плотов составит 3 тыс. м³ при осадке до 1,2 м (например, местных с Вишеры, которые следуют в Молотов и переplotка которых при коротком пробеге невыгодна). Буксировку намечено производить винтовыми буксирными пароходами мощностью в 400 и 600 л. с.

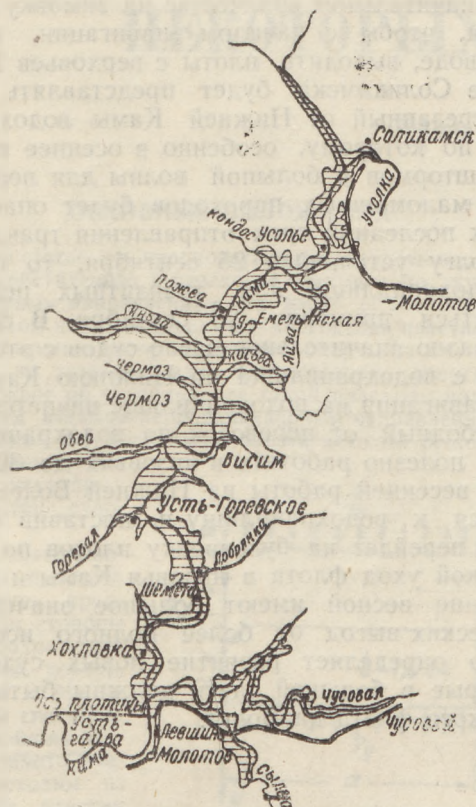


Рис. 4. Схема „Камского моря“

Для укрытия потокарванов во время волнений должны быть построены порты-убежища. Расположение их рассчитано на штормовые предупреждения за 6 час. и минимальную скорость движения потокарванов в 3—4 км. Таким образом наибольшее расстояние между убежищами должно составлять около 20 км. На участке выклинивания подпора, где скорости течения выше, это расстояние может быть большим. Всего на водохранилище намечено создать 9 плотоубежищ.

Буксиры-плотоводы будут работать здесь по принципу вертушки. Формируемые на Тюлькинском и других рейдах водохранилища плоты будут буксироваться до рейда у шлюза; отсюда пароходы будут возвращаться порожнем за новыми плотами. Средняя скорость движения плотов — около 100 км в сутки — здесь несколько превысит скорость на Рыбинском водохранилище, где плоты в 5—6 тыс. м³ буксируются пароходами мощностью в 300 и. л. с. со средней технической скоростью 60—70 км в сутки.

Возврат плотоводов порожнем связан с тем, что при незначительных скоростях течения на буксировку барж в Соликамск требуется меньшая затрата тяги, чем на буксировку груженых барж из Соликамска, и пароходы, выделенные на перевозку сухогрузов, будут также со-

вершать часть пробегов в обратном направлении легкоком.

На путевую скорость движения потокарванов будут влиять задержки в портах-убежищах из-за опасных волнений. Кроме этого будут потери времени вследствие неточных прогнозов погоды. Так, на Онежском озере в 1936 г. фактическая потеря времени в два раза превысила действительную продолжительность штормовой погоды. При интервалах предупреждения в 8 час. фактическая продолжительность штормовых ветров составляла здесь в июне 14% и в сентябре 24%, а период ограниченности плавания — соответственно 23% и 50% времени.

Учитывая, что для Камского водохранилища интервал между предупреждениями сокращен до 6 час., а также, что дело прогнозирования к тому времени улучшится, можно считать, что в среднем накладное время для всех участков водохранилища составит 50%, а общие потери из-за опасных волнений — 15% навигационного периода. К этому надо прибавить потери технической скорости из-за ветра. Если принять их равными 5%, то путевая скорость на водохранилище будет около 80 км в сутки. Затраты времени на обратный рейс со скоростью около 300 км в сутки, на буксировку, котлоочистку, учалку, отчалку плотов и маневры с ними составят примерно 30% к общему ходовому времени. В итоге валовую производительность флота можно определить в 630 ткм в сутки на 1 и. л. с.³ Для сравнения укажем, что на плотоперевозках по Рыбинскому водохранилищу валовая производительность флота в настоящее время составляет 450—500 ткм в силосутки.

Шлюз и Молотовский рейд. Все плоты будут идти по одной нитке шлюзовой лестницы. Другая нитка предназначена для шлюзования судов. Для отстоя плотов в ожидании проводки через шлюз в верхнем бьефе намечено создать рейд. От этого рейда до входа в шлюз плоты будут подводиться рейдовыми пароходами. Проводка через шлюз будет осуществляться тремя электровозами, из которых два будут тянуть плот, а третий (сзади) тормозить.

В нижнем бьефе рейдовыми пароходами плоты будут отводиться потребителям, расположенным в районе г. Молотова. Краснокамскому целлюлозно-бумажному комбинату и основная масса — на переформировочный рейд у Новоильинска (см. рис. 3). На рейдовых работах будут заняты буксиры мощностью в 200—300 и. л. с.

Нижняя Кама. С повышением гарантийных глубин и увеличением ширины судового хода средняя кубатура транзитных плотов, буксируемых на Нижней Каме с выходом на Волгу, возрастет с 14—17 тыс. м³ до 23—25 тыс. м³. Типовым будет плот с осадкой 1,8—2,0 м, состоящий из восьми стандартных секций — по две в ряд. Плоты такой кубатуры буксируются на Нижней Каме и сейчас в полноводные месяцы (май — июнь) колесными пароходами мощностью в 420, 370 и даже 320 и. л. с. Известны случаи, когда плот объемом в 30 тыс. м³ был доставлен досрочно и без потерь путем безостановочной буксировки на расстоянии 2 тыс. км.

При формировании плотов по три секции в ряд и четыре в длину плоты будут иметь габариты $84 \times 430 \times 2$ м и кубатуру около 34 тыс. м³. Путевые условия Камы позволят проводку таких плотов, но из-за отсутствия опыта буксировки их надо полагать, что в

³ Этот, как и все приводимые здесь расчеты, сделаны автором; они являются проектными. Полученные измерители по многим элементам и в целом не совпадают с плановыми. (Ред.).

ближайшие 5—6 лет основным типом будет плот в 23—25 тыс. м³.

Так как скорости течения на Нижней Каме будут сравнительно высокими и кроме плотов намечаются большие перевозки сухогрузов, схема движения буксирных судов будет иная, чем на водохранилище. Плотоводы будут идти вниз с плотами, а вверх с баржами. Отдельные случаи возврата плотоводов порожнем не окажут существенного влияния на общую потребность во флоте.

Для плотоперевозок на Нижней Каме намечены буксиры мощностью от 350 до 600 и. л. с., в среднем в 450 и. л. с. При средней технической скорости плотокаравапов в 110 км за сутки и затратах времени на технические операции, задержки (котлоостановки, бункеровки, учалки, отчалки, вынужденные остановки и т. п.) и на обратный пробег легкачом в размере 35% к ходовому времени валовая производительность флота на плотоперевозках Молотов—Камское Устье составит около 3300 ткм в силосутки. Для сравнения укажем, что в настоящее время средняя производительность флота на транзитных плотоперевозках составляет здесь 2140 ткм в силосутки.

Кроме транспортных пароходов-плотоводов на этом участке потребуются еще 5—6 подсобных пароходов для помощи при прохождении трудных мест.

В среднем по всему бассейну Камы производительность флота на плотоперевозках, по нашим расчетам, повысится с 1290 ткм в силосутки до 1640 ткм, т. е. на 27%. Такой рост надо признать весьма существенным, если учесть, что плотина погасит скорости течения на Верхней Каме и создаст неблагоприятные условия на всем участке выше г. Молотова. Кроме этого, увеличивается почти в два раза против 1946 г. рейдовый флот, занятый на плотоперевозках.

Повышение производительности флота явится главным образом результатом увеличения глубин и соответствен-

но кубатуры плотов, а также роста транзита. Последние мероприятия могут быть осуществлены в значительной степени и при современных путевых условиях.

Изложенный выше расчет по флоту является первым приближением. Исследования в части реконструкции речного транспорта Камы в связи с постройкой Молотовской ГЭС возможно внесут ряд изменений и уточнений. Прежде всего должна быть уточнена схема организации плотоперевозок в начальный и последний месяцы навигации. К закрытию навигации флот должен стягиваться в значительном количестве на зимовку к Соликамску с тем, чтобы с началом навигации, по высокой весенней воде, выводить плоты с верховьев Камы. Участок выше Соликамска будет представлять замкнутый район, отрезанный от Нижней Камы водохранилищем, плавание по которому, особенно в осеннее время, из-за туманов, штормов и большой волны для верхнекамских колесных маломощных пароходов будет опасным.

Так как последний срок отправления транзитных плотов на Волгу установлен 25 сентября, то проводка их через водохранилище для транзитных рейдов будет заканчиваться примерно 20 сентября. В связи с этим целесообразно значительное число судов с этого времени перевести с водохранилища на Нижнюю Каму и Волгу. Так как навигация на водохранилище начнется позже, то флот, свободный от перевозок по водохранилищу, сможет еще полезно работать в низовьях до 30—35 суток. Он после весенней работы на Нижней Волге с баржами поднимется к водохранилищу и, поставив баржи под погрузку, перейдет на буксировку плотов по водохранилищу. Такой уход флота в низовья Камы и на Волгу и возвращение весной имеют большое значение. Кроме экономических выгод от более полного использования флота это определяет развитие новых судоремонтных баз, которые в большей части должны быть построены для камского флота на Волге

г. Молотов



К ВОПРОСУ О СЛОЖНОМ ИЗГИБЕ И УСТОЙЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ СУДОВЫХ ПЛАСТИН

Канд. техн. наук Н. В. МАТТЕС

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящей статье мы предполагаем рассмотреть вопрос о влиянии усилий, действующих в плоскости пластины по двум взаимно-перпендикулярным направлениям, на изгиб ее от поперечной нагрузки. При этом имеется в виду прямоугольная пластина, две противоположные кромки которой свободно оперты на жесткий контур, а остальные две заделаны или тоже свободно оперты. Понятно разберем и вопрос об устойчивости такой пластины под действием усилий по двум взаимно-перпендикулярным направлениям. В дальнейшем показано, что, располагая общим методом решения, можно с успехом применять его для расчета некоторых типовых пластин судового корпуса.

Схема рассматриваемой пластины показана на рис. 1, причем предполагается, что стороны АВ и CD свободно оперты на жесткий контур, а стороны AC и BD заделаны любым способом. Во всех дальнейших рассуждениях о работе пластины мы исходим из теории изгиба пластин Сен-Венана, применимой к гибким пластинам с небольшим прогибом.

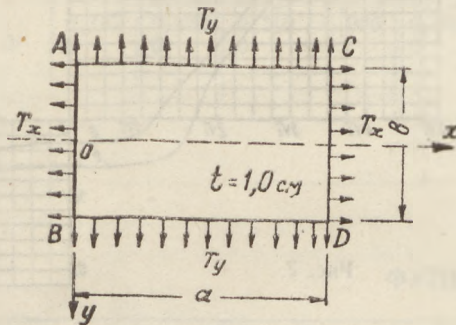


Рис. 1

Основное дифференциальное уравнение изгиба пластины будет:

$$D \left[\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right] = p + T_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + T_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \quad (a)$$

где приняты следующие обозначения:

w — прогиб пластины;
 p — интенсивность поперечной нагрузки на пластину;
 T_x — усилие в срединной плоскости, параллельное оси x , приходящееся на единицу длины кромки;
 T_y — то же, но параллельно оси y ;
 D — цилиндрическая жесткость пластины равна:

$$D = \frac{E t^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (1)$$

где t — толщина пластины.

На свободно-опертых кромках при $x = 0$ и $x = a$ прогиб w должен удовлетворять следующим граничным условиям:

$$w = 0 \text{ и } \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0. \quad (6)$$

Прогиб w удобно находить в виде ряда:

$$w = \sum_{n=1}^{n=\infty} Y_n \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad (2)$$

где Y_n есть некоторая, пока неизвестная, функция координаты y , имеющая размерность прогиба.

Нетрудно убедиться, что w по выражению (2) удовлетворяет граничным условиям (6).

Интенсивность поперечной нагрузки p также может быть разложена в ряд так, чтобы:

$$p = \sum_{n=1}^{n=\infty} q_n \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad (b)$$

где q_n — параметры, зависящие от y , для нахождения которых можно применить следующий прием.

Обе части равенства (b) следует умножить на $\sin \frac{m\pi x}{a}$ и проинтегрировать от нуля до a :

$$\int_0^a p \sin \frac{m\pi x}{a} dx = \int_0^a \left[\sum_{n=1}^{n=\infty} q_n \sin \frac{n\pi x}{a} \right] \sin \frac{m\pi x}{a} dx. \quad (r)$$

Пользуясь тем, что $\int_0^a \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi x}{a} dx = 0$ при $m \neq n$

$$\text{и } \int_0^a \sin^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \frac{a}{2},$$

можно легко из равенства (r) получить формулу для определения любого параметра q_n :

$$q_n = \frac{2}{a} \int_0^a p \sin \frac{n\pi x}{a} dx. \quad (3)$$

Если прогиб w и интенсивность поперечной нагрузки p , выраженные в рядах (2) и (b), соответственно подставить в уравнение изгиба пластины (a), то после простых преобразований последнее примет следующий вид:

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} \sin \frac{n\pi x}{a} \left[D Y_n \frac{n^4 \pi^4}{a^4} - 2 D Y_n' \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + D Y_n^{IV} - q_n + T_x Y_x \frac{n^2 \pi^2}{a^2} - T_y Y_n' \right] = 0.$$

Это равенство может быть справедливо только в том случае, если для каждого n в отдельности квадратная скобка равна нулю. Отсюда получается дифференциальное уравнение для разыскания Y_n :

$$D Y_n^{IV} - \left[2 D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_y \right] Y_n' + \left[D \frac{n^4 \pi^4}{a^4} + T_x \frac{n^2 \pi^2}{a^2} \right] Y_n = q_n. \quad (d)$$

Если ввести обозначения:

$$T_n = \left[2L \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_y \right] \quad (4)$$

$$k_n = \left[D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_x \right] \frac{n^2 \pi^2}{a^2}, \quad (5)$$

то уравнение (д) примет вид:

$$D Y_n^{IV} - T_n Y_n'' + k_n Y_n = q_n. \quad (6)$$

В этом легко узнать уравнение сложного изгиба балки на упругом основании, которая имеет жесткость D , нагружена продольной силой T_n и поперечной нагрузкой q_n и лежит на упругом основании; жесткость последнего есть k_n .

Если T_n и k_n известны, то основные аргументы сложного изгиба v_n и упругого основания U_n приведенной балки могут быть вычислены по следующим выражениям:

$$v_n = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{T_n}{D}} \quad (7)$$

$$U_n = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{k_n}{4D}}. \quad (8)$$

Из выражения (2) ясно, что функции Y_n в граничных условиях на краях, где $y = 0$ и $y = \pm b$, разделяются. Следовательно, на опорах приведенные балки на упругом основании должны удовлетворять тем же граничным условиям, что и пластины на указанных краях. Итак, расчет рассматриваемой пластины на сложный изгиб сводится к расчету ряда приведенных балок на упругом основании также на сложный изгиб.

СЛОЖНЫЙ ИЗГИБ НЕКОТОРЫХ СУДОВЫХ ПЛАСТИН

Почти все основные пластины судового корпуса, такие, как пластины днища, борта и продольных переборок, несут одновременно поперечную нагрузку и усилия в их срединной плоскости по двум взаимно-перпендикулярным направлениям от участия в общем изгибе судна и изгибе набора. По существу, их следовало бы рассматривать как жестко заделанные по всему контуру, но рассчитывать такую пластину с учетом напряжений по двум направлениям в срединной плоскости практически очень затруднительно. Если отказаться от учета заделки этих пластин на их коротких краях, мало влияющей на величину расчетного изгибающего момента, то можно применить изложенный в настоящей статье метод. При этом надо рассматривать пластину, свободно опертую по двум противоположным краям и жестко заделанную на двух других.

Поперечная нагрузка у перечисленных выше пластин может быть равномерно распределенная, гидростатическая и нагрузка по линии (давление льда). Во всех этих случаях вопрос об изгибе пластин сводится к сложному изгибу балок на упругом основании, жестко заделанных на опорах и нагруженных равномерно распределенной нагрузкой¹. Такая балка показана на рис. 2.

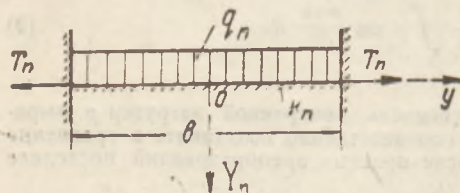


Рис. 2.

упругом основании» — «Бюллетень Горьк. отд. ВНИТОСО», вып. 2, 1946). Здесь мы приводим только расчетные формулы:

Прогиб n -ой приведенной балки посередине ее длины (при $y = 0$):

$$Y_{on} = \frac{q_n b^4}{384 D} \varphi_{1n}. \quad (9)$$

Изгибающий момент посередине (при $y = 0$):

$$M_{on} = D Y_{on}'' = - \frac{q_n b^2}{24} \chi_{1n}. \quad (10)$$

Изгибающий момент на опорах (при $y = \pm \frac{b}{2}$):

$$M_{\pm \frac{b}{2}} = D Y_n'' \pm \frac{b}{2} = \frac{q_n b^2}{12} \chi_{2n}. \quad (11)$$

¹ q_n по формуле (3) получаются не зависящие от y .

где: $D = EI$ — жесткость балки, q_n — приведенная интенсивность нагрузки, которая находится по формуле (3), φ_{1n} и χ_{2n} — численные коэффициенты, определяемые из таблиц 1, 2 и 3 в зависимости от аргументов v_n (формула 7) и U_n (формула 8) приведенной балки на упругом основании.

Эти аргументы, в свою очередь, зависят от приведенного усилия T_n (формула 4) и приведенной жесткости упругого основания k_n (формула 5). Величины T_n и k_n могут быть как положительными, так и отрицательными, и поэтому v_n и U_n могут быть либо действительными либо мнимыми.

В таблицах 1—3 выделена область потери устойчивости балок на упругом основании на основе зависимости критического значения аргумента v_n от характеристики упругого основания U_n (см. выше упомянутые работы автора). Эта зависимость показана на рис. 3 в виде двух кривых: для балки с жестко заделанными концами (кривая a) и для свободно опертой балки (кривая b)¹. Кривые эти имеют обычную волнообразность, так как являются огибающими семейства кривых при разных числах полуоволн, на которые разбиваются балки на упругом основании, потерявшие устойчивость.

Прогиб w пластины находится по формуле (2), если в нее подставить выражения прогибов приведенных балок Y_n , причем очевидно w будет тем точнее, чем большее число членов ряда сохранится в этой формуле. Но ряд этот вообще обладает хорошей сходимостью.

Изгибающие моменты в пластинах могут быть найдены по известным формулам:

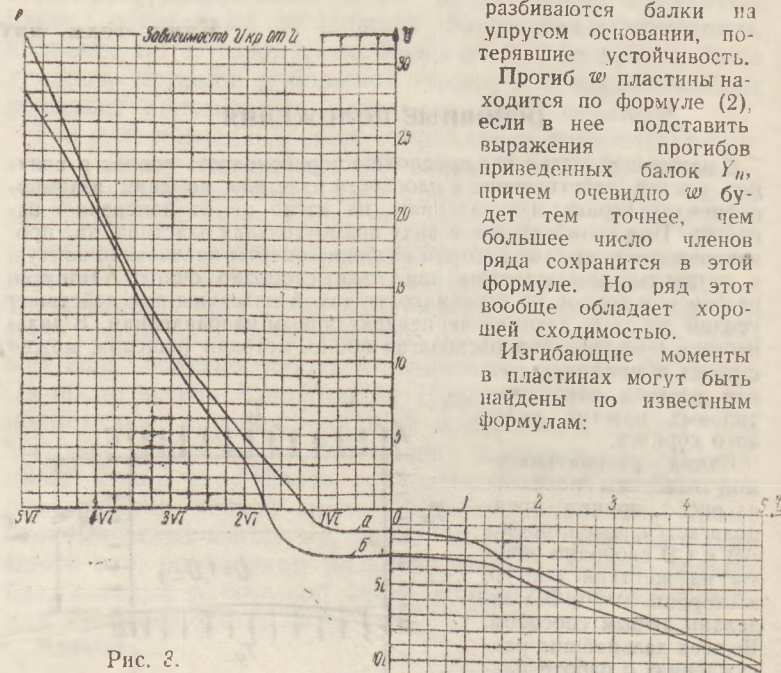


Рис. 3.

$$M_x = D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] \quad (е)$$

$$M_y = D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad (ж)$$

Если подставить сюда w по формуле (2), то формулы для изгибающих моментов получатся в следующем виде.

Изгибающие моменты посередине пластины:

$$M_x = D \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{n\pi}{2} \left[Y_{on}'' - \mu \frac{n^2 \pi^2}{a^2} Y_{on} \right] \quad (12)$$

$$M_y = -D \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{n\pi}{2} \left[\frac{n^2 \pi^2}{a^2} Y_{on} - \mu Y_{on}'' \right] \quad (13)$$

Изгибающий момент посередине кромок AC и BD (фиг. 1), если пластина на этих краях жестко заделана:

$$M_x' = D \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{n\pi}{2} \left[Y_n'' \pm \frac{b}{2} n - \mu \frac{n^2 \pi^2}{a^2} Y \pm \frac{b}{2} n \right] \quad (14)$$

Значения Y_n и Y_n'' при $y = 0$ или $y = \pm \frac{b}{2}$ должны быть взяты по формулам (9) — (11) для приведенных балок. Для некоторых основных типов пластин судового корпуса мы проделали такие подстановки. Полученные расчетные формулы приводим в табл. 4. Как ими пользоваться, покажем на следующем примере.

² Каждая кривая объединяет две области графической зависимости U от v : при U действительных и при U мнимых.

ФУНКЦИЯ φ_1

U v	$5\sqrt{v}$	$4\sqrt{v}$	$3\sqrt{v}$	$2\sqrt{v}$	$1,5\sqrt{v}$	$1,0\sqrt{v}$	$0,5\sqrt{v}$	$0,0\sqrt{v}$	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	∞
10,0															0,002	0
9,0															0,009	0
8,0															0,009	0
7,0															0,022	0
6,0															0,024	0
5,0												3,900	0,118	0,101	0,025	0,010
4,0												0,728	0,092	0,092	0,025	0,010
3,0							12,500	11,201	9,050	4,600	1,370	0,463	0,086	0,086	0,025	0,010
2,0						7,750	2,180	1,780	1,672	1,505	1,380	0,800	0,372	0,083	0,025	0,010
1,5						1,540	1,380	1,291	1,280	1,150	0,705	0,350	0,082	0,082	0,025	0,010
1,0						4,550	1,280	1,160	1,111	1,110	0,990	0,640	0,335	0,081	0,025	0,010
0,5						3,100	1,250	1,120	1,026	0,985	0,895	0,610	0,326	0,080	0,025	0,010
0,0						2,850	1,140	1,070	1,000	0,960	0,888	0,603	0,321	0,080	0,025	0,010
0,5						2,690	1,100	0,990	0,976	0,936	0,863	0,593	0,317	0,080	0,025	0,010
1,0						2,820	1,030	0,925	0,909	0,894	0,820	0,570	0,309	0,080	0,025	0,010
1,5						1,755	0,908	0,850	0,817	0,810	0,750	0,530	0,298	0,078	0,025	0,010
2,0						1,350	0,806	0,750	0,715	0,709	0,670	0,479	0,283	0,078	0,025	0,010
3,0						0,836	0,578	0,558	0,529	0,510	0,475	0,390	0,250	0,075	0,024	0,010
4,0					2,090	0,511	0,435	0,405	0,388	0,380	0,354	0,307	0,210	0,071	0,024	0,010
5,0					0,770	0,401	0,305	0,292	0,291	0,286	0,275	0,238	0,180	0,067	0,024	0,010
6,0					0,423	0,262	0,224	0,223	0,223	0,216	0,202	0,180	0,153	0,063	0,023	0,010
7,0					0,288	0,202	0,180	0,175	0,175	0,170	0,160	0,145	0,130	0,058	0,023	0,010
8,0					0,195	0,158	0,141	0,141	0,141	0,138	0,130	0,120	0,109	0,054	0,022	0,010
9,0					0,153	0,127	0,115	0,115	0,115	0,112	0,106	0,102	0,093	0,050	0,022	0,010
10,0					0,122	0,110	0,096	0,096	0,096	0,093	0,090	0,085	0,080	0,046	0,020	0,009
∞	0	0	0,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Область потери устойчивости

Таблица 2

ФУНКЦИЯ χ_1

U v	$5\sqrt{v}$	$4\sqrt{v}$	$3\sqrt{v}$	$2\sqrt{v}$	$1,5\sqrt{v}$	$1,0\sqrt{v}$	$0,5\sqrt{v}$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	∞
10,0															-0,068	0
9,0															-0,023	0
8,0															-0,011	0
7,0															-0,047	0
6,0															-0,020	0
5,0												7,100	0,048	-0,011	-0,004	0
4,0												0,886	0,043	-0,006	-0,003	0
3,0							14,600	13,506	10,900	5,470	1,550	0,470	0,039	-0,003	-0,003	0
2,0						2,320	1,20	1,799	1,650	1,466	0,823	0,340	0,039	-0,002	-0,002	0
1,5					8,450	1,630	1,385	1,343	1,300	1,153	0,691	0,313	0,038	-0,001	-0,002	0
1,0					4,220	1,320	1,140	1,130	1,120	0,985	0,621	0,293	0,038	-0,001	-0,002	0
0,5					3,220	1,220	1,035	1,030	1,020	0,900	0,595	0,283	0,038	-0,001	-0,002	0
0,0					2,880	1,155	0,020	1,000	0,991	0,878	0,576	0,279	0,038	-0,001	-0,002	0
0,5					2,780	1,133	0,990	0,972	0,966	0,856	0,566	0,275	0,038	-0,001	-0,002	0
1,0					2,350	1,025	0,896	0,894	0,890	0,787	0,537	0,265	0,037	-0,001	-0,002	0
1,5					1,765	0,885	0,789	0,788	0,785	0,695	0,486	0,254	0,037	0,000	-0,002	—
2,0					1,325	0,750	0,674	0,673	0,670	0,608	0,442	0,233	0,036	0,000	-0,002	0
3,0					0,755	0,507	0,470	0,467	0,465	0,435	0,334	0,196	0,035	0,001	-0,001	0
4,0				1,900	0,440	0,341	0,320	0,317	0,317	0,300	0,245	0,157	0,034	0,002	-0,001	0
5,0				0,648	0,282	0,235	0,224	0,224	0,222	0,214	0,183	0,126	0,033	0,003	0,000	0
6,0				0,380	0,194	0,167	0,162	0,162	0,160	0,152	0,138	0,101	0,031	0,004	0,000	0
7,0				0,208	0,141	0,125	0,121	0,121	0,120	0,111	0,102	0,082	0,030	0,005	0,000	0
8,0				0,139	0,105	0,093	0,093	0,093	0,093	0,092	0,084	0,066	0,028	0,006	0,000	0
9,0				0,103	0,082	0,076	0,074	0,074	0,074	0,073	0,065	0,055	0,026	0,007	0,001	0
10,0			0,160	0,079	0,065	0,061	0,060	0,060	0,058	0,056	0,054	0,048	0,024	0,007	0,001	0
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Область потери устойчивости

ФУНКЦИЯ χ_2

U v	$3\sqrt{1}$	$4\sqrt{1}$	$3\sqrt{1}$	$2\sqrt{1}$	$1.5\sqrt{1}$	1,0	0,5	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	∞
10,0 i															0,052	0
9,0 i															0,059	0
8,0 i															0,090	0
7,0 i															0,05	0
6,0 i															0,060	0
5,0 i															0,060	0
4,0 i															0,060	0
3,0 i															0,060	0
2,0 i															0,060	0
1,5 i															0,060	0
1,0 i															0,060	0
0,5 i															0,060	0
0,0															0,060	0
0,5															0,060	0
1,0															0,060	0
1,5															0,060	0
2,0															0,060	0
3,0															0,060	0
4,0															0,060	0
5,0															0,060	0
6,0															0,060	0
7,0															0,060	0
8,0															0,060	0
9,0															0,060	0
10,0															0,060	0
∞	0	0	0,440	0,328	0,285	0,273	0,270	0,270	0,270	0,265	0,252	0,234	0,154	0,093	0,060	0

ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР

Необходимо проверить прочность днищевой пластины (рис. 4), имеющей следующие размеры:

длина $a = 1$ м,

ширина $b = 0,6$ м,

толщина $t = 10$ мм.

Пластина несет поперечную нагрузку от давления воды, интенсивность которой $p = 0,3$ кг/см².

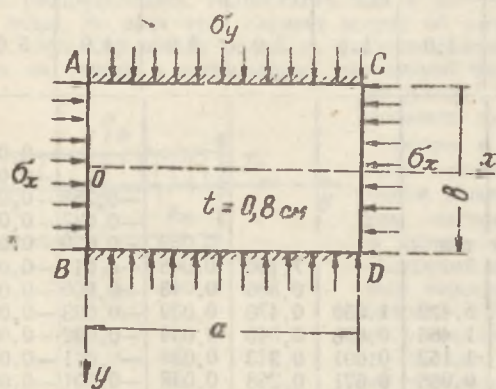


Рис. 4

Напряжение в пластине от участия в общем изгибе судна:

$$\sigma_y = -1000 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжение в пластине от участия в изгибе флор:

$$\sigma_x = -600 \text{ кг/см}^2.$$

На кромках, где $x = 0$ и $x = a$, полагаем пластину свободно опертой, на двух других кромках — жестко заделанной.

Сжимающее усилие на единицу длины заделанных кромок:

$$T_y = \sigma_y t = -1000 \cdot 1 = -1000 \text{ кг/см}^2.$$

Таблица 4. Формулы для расчета пластин, жестко заделанных по двум противоположным кромкам и свободно опертых по двум другим.

Равномерно распределенная нагрузка $p = \text{const}$

Прогиб посередине пластины:

$$w_{\max} = \frac{pb^4}{6\pi D} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{1}{n^3} \varphi_{1n} \sin \frac{n\pi}{2}.$$

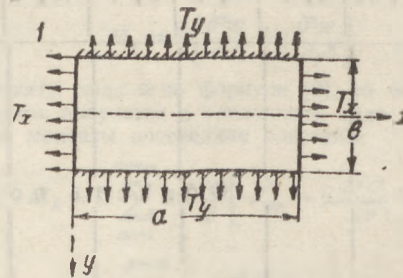


Рис. 5

Изгибающие моменты посередине пластины:

$$M_x = -\frac{pb^2}{6\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots} \left[\frac{1}{n} \chi_{1n} + \frac{1}{n^3} \pi^2 \left(\frac{b}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} \right] \sin \frac{n\pi}{2}$$

$$M_y = -\frac{pb^2}{6\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots} \left[n\pi^2 \left(\frac{b}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} + \frac{1}{n} \chi_{1n} \right] \sin \frac{n\pi}{2}.$$

Расчетный изгибающий момент посередине жестко заделанных кромок:

$$M_x = \frac{pb^2}{3\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{\chi_{2n}}{n} \sin \frac{n\pi}{2}.$$

Гидростатическое давление вдоль оси x .

Прогиб при $y = 0$:

$$w = -\frac{pb^4}{192D\pi} \sum_n \frac{\cos n\pi}{n} \varphi_{1n} \sin \frac{n\pi x}{a}$$

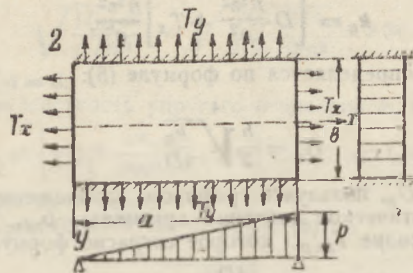


Рис. 6

Изгибающие моменты при $y = 0$:

$$M_x = \frac{pb^2}{12\pi} \sum_n \frac{\cos n\pi}{n} \sin \frac{n\pi x}{a} \left[\gamma_{1n} + \mu n^2 \pi^2 \left(\frac{b}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} \right]$$

$$M_y = \frac{pb^2}{12\pi} \sum_n \frac{\cos n\pi}{n} \sin \frac{n\pi x}{a} \left[n^2 \pi^2 \left(\frac{b}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} + \mu \gamma_{1n} \right]$$

Изгибающие моменты на заделанных кромках при $x = \pm \frac{b}{2}$

$$M'_x = -\frac{pb^2}{6\pi} \sum_n \frac{\cos n\pi}{n} \sin \frac{n\pi x}{a} \gamma_{2n}$$

Нагрузка по AA' линии, параллельной оси y . Интенсивность на единицу длины этой линии равна q .

Прогиб при $y = 0$:

$$w = \frac{qb^4}{192Da} \sum_n \sin \frac{n\pi c}{a} \sin \frac{n\pi x}{a} \varphi_{10}$$

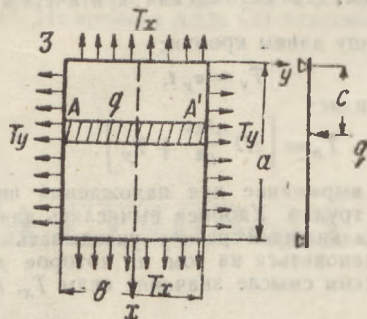


Рис. 7

Изгибающие моменты при $y = 0$:

$$M_x = -\frac{qb^2}{12a} \sum_n \sin \frac{n\pi c}{a} \sin \frac{n\pi x}{a} \left[\gamma_{1n} + \mu n^2 \pi^2 \left(\frac{a}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} \right]$$

$$M_y = -\frac{qb^2}{12a} \sum_n \sin \frac{n\pi c}{a} \sin \frac{n\pi x}{a} \left[n^2 \pi^2 \left(\frac{b}{4a} \right)^2 \varphi_{1n} + \mu \gamma_{1n} \right]$$

Изгибающие моменты на заделанных кромках при $y = \pm \frac{b}{2}$:

$$M'_x = \frac{qb^2}{6a} \sum_n \sin \frac{n\pi c}{a} \sin \frac{n\pi x}{a} \gamma_{2n}$$

Сжимающее усилие на единицу длины коротких свободно опертых кромок:

$$T_x = \sigma_x t = -690 \cdot 1 = -690 \text{ кг/см}^2$$

Цилиндрическая жесткость пластины будет найдена по формуле (1):

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\mu^2)} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 1}{12(1-0,8^2)} = 18,35 \cdot 10^4 \text{ кг/см}.$$

Согласно формулам (4) и (5) определяются любые T_n и k_n :

$$T_n = \left[2D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_y \right] = \left[\frac{2 \cdot 18,35 \cdot 10^4 \cdot \pi^2}{100^2} n^2 - 1000 \right] = [362 n^2 - 1000],$$

$$k_n = \frac{n^2 \pi^2}{a^2} \left[D \frac{n^2 \pi^2}{n^2} + T_x \right] = \frac{\pi^2}{100^2} n^2 \left[\frac{18,35 \cdot 10^4 \pi^2}{100^2} - 600 \right] = [181 n^2 - 600] n^2 \cdot 10^{-3}.$$

Далее по формулам (7) и (8):

$$v_n = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{T_n}{D}} = \frac{60}{2} \sqrt{\frac{T_n}{18,35 \cdot 10^4}} = 0,0700 \sqrt{T_n}$$

$$U_n = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{k_n}{4D}} = \frac{60}{2} \sqrt{\frac{k_n}{4 \cdot 18,35 \cdot 10^4}} = 1,025 \sqrt{k_n}.$$

Пластина подходит к типу № 1 в табл. 4.

Наибольший изгибающий момент действует посередине ее длинных кромок при $x = \frac{a}{2}$ и $y = \pm \frac{b}{2}$ и равен:

$$M'_x = \frac{pb}{8\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{\gamma_{2n}}{n} \sin \frac{n\pi}{2}. \quad (3)$$

Коэффициенты γ_{2n} находятся в зависимости от аргументов v_n и U_n по табл. 3, причем все вычисления укладываются в табл. А. Вполне достаточно сохранить четыре члена ряда в формуле (3).

Таблица А.
Вычисление коэффициентов γ_{2n}

n	1	3	5	7
функции n				
T_n (кг/см)	-638	2260	8,60	16700
K_n (кг/см ³)	-419,10 ⁻³	9,28	98	105
v_n	1,76i	3,33	6,28	9,00
U_n	0,825 $\sqrt{i}$	1,79	3,22	4,00
γ_{2n}	1,490	0,419	0,149	0,073

Подставляя численные значения в формулу (3), получим:

$$M'_x = \frac{pb^2}{3\pi} \left[\frac{1,49}{1} - \frac{0,419}{3} + \frac{0,149}{5} - \frac{0,073}{7} \dots \right] = 0,145 pb^2 = 0,145 \cdot 0,3 \cdot 60^2 = 157 \text{ кгсм/см}.$$

Если рассчитывать ту же пластину, не учитывая продольных и поперечных усилий T_x и T_y , обычным приемом, пользуясь таблицами расчета жестких пластин по элементарной теории их изгиба, то согласно формуле 439 и таблице 46 § 95 Справочника по судостроению (т. II, стр. 272—273):

$$M'_x = 0,0834 pb^2 = 90,2 \text{ кгсм/см}.$$

Но можно прибегнуть к другому приему, который принят при расчете пластины рассматриваемого типа. Можно трактовать ее как балку, полосу, защемленную по концам и сжатую усилиями T_y по методу Тимошенко, считая однако необходимую для этого расчета величину Эйлера напряжения как для пластины с конечным отношением сторон, заделанной по контуру. В этом случае получится, что расчетный момент $M'_x = 108 \text{ кгсм/см}$ без учета рас-

спора и начальной погиби и $M'_x = 107 \text{ кгсм/см}$, когда эти факторы учтены обычным приемом (см. Справочник по судостроению, т. II, § 116, стр. 309).

Из сопоставления двух последних цифр видно, что распор и начальная погиб влияют очень мало на величину расчетного изгибающего момента.

Таким образом, если не учитывать усилий в срединной плоскости рассматриваемой пластины и считать по элементарной теории изгиба пластин, то ошибка в расчетном изгибающем моменте достигает примерно 75%, хотя рассматриваемая пластина безусловно относится к категории так называемых жестких, для которых принято, пренебрегая распором, вести расчет по элементарной теории изгиба. Но очевидно, что если и можно пренебречь распором, то уж никак нельзя не учитывать влияния напряжений общего изгиба и напряжений от участия пластины в изгибе флор. Если

Учесть только одно напряжение T_y и прибегнуть к приближенному методу Тимошенко, то ошибка все же получается в 45% и тоже в опасную сторону. Повидимому, необходимо учитывать и напряжение T_x , что возможно при использовании рекомендуемого метода.

Итак, расчетное напряжение в пластине согласно этому методу равно:

$$\sigma_y = \sigma_y^0 \pm \frac{6M_x'}{t^2} = -1000 - \frac{6 \cdot 157}{1} = -1940 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжение это действует в середине длинной заделанной кромки.

Резюмируя кратко предыдущие рассуждения, можно сказать, что изложенный в настоящей статье метод является наиболее подходящим для расчета гибких пластин небольшого прогиба и тех пластин, которые обычно принято именовать жесткими. Жесткими же можно полагать все пластины, у которых $\left(\frac{p \cdot b}{100t}\right) 4 \leq c$,

где число $c = 0,7$ для пластин, жестко заделанных на длинных кромках.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАСТИН РАССМАТРИВАЕМОГО ТИПА

Положим, что у пластины, показанной на рис. 1, поперечной нагрузки нет. Пластина кромками AB и CD свободно оперта на жесткий контур, а двумя другими либо свободно оперта, либо жестко заделана тоже на жестком контуре. Одно из напряжений:

$\sigma_y = \frac{T_y}{t}$ или $\sigma_x = \frac{T_x}{t}$ известно, причем оно может быть как сжимающим, так и растягивающим. Надо найти критическое значение другого из этих двух напряжений.

В судостроении такая задача представляет интерес в отношении пластин внутреннего дна и наружной обшивки днища, участвующих одновременно в общем изгибе корабля и в местном изгибе днищевых флор, а также в отношении пластин переборок, у которых могут быть сжимающие напряжения от участия в изгибе ребер и растягивающие цепные напряжения в перпендикулярном направлении.

Остановимся сначала на случае, когда известно σ_x , а надо разыскать критическое значение σ_y .

Согласно формуле (2) первого раздела прогиб рассматриваемой пластины может быть выражен следующим бесконечным рядом:

$$w = \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \cdot \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad (2)$$

где Y_n — прогиб n -ой приведенной балки на упругом основании.

Очевидно, что пластина потеряет устойчивость, если один из членов этого ряда станет бесконечно большим. Но для каждой приведенной балки на упругом основании можно найти критическое значение продольной силы T_n . Следовательно, есть бесконечное число решений, превращающих прогиб w в бесконечность. Из них надо выбрать то, которое дает максимальное в алгебраическом смысле значение усилия T_y , связанного с T_n по формуле (4) первого раздела:

$$T_y = T_n - 2 \frac{n^2 \pi^2}{a^2}.$$

Максимальное значение T_y получается при максимальном из всех T_n . Очевидно, что максимальное в алгебраическом смысле значение критической силы будет у той из приведенных балок, у которой жесткость упругого основания k_n будет минимальной.

Приведенная жесткость упругого основания k_n согласно формуле (5) равна:

$$k_n = \left[D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_x \right] \frac{n^2 \pi^2}{a^2}.$$

Минимальное значение k_n , очевидно, получается при $n=1$, если T_x положительно. Если же T_x отрицательно, то из условия аналитического минимума k_n получаем, что:

$$n = \sqrt{\frac{|T_x| a^2}{2D\pi^2}}.$$

Этих рассуждений достаточно, чтобы наметить путь нахождения критического значения напряжения σ_y у пластины по заданному напряжению σ_x . Расчетные формулы получаются следующие:

Усилие на единицу длины кромки:

$$T_x = \sigma_x t. \quad (15)$$

Число полуоволн, на которое разобьется пластина вдоль оси x при потере ею устойчивости, находится по следующему правилу:

$n=1$, если $T_x > 0$, и n — ближайшее целое число к величине $\sqrt{\frac{|T_x| a^2}{2D\pi^2}}$, если $T_x < 0$ (прямые скобки, в которые под корнем заключено T_x , показывают, что следует брать его абсолютное значение).

Приведенная жесткость упругого основания для найденного n :

$$k_n = \left[D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_x \right] \frac{n^2 \pi^2}{a^2}. \quad (5)$$

Аргумент U_n , определяется по формуле (8):

$$U_n = \frac{b}{2} \sqrt[4]{\frac{k_n}{4D}} \quad (8)$$

По найденному U_n , пользуясь графиком, изображенным на рис. 3, определяется критическое значение аргумента v_{nkp} , а по нему и приведенное усилие T_{nkp} , которое согласно формуле (7) равно

$$T_{nkp} = \frac{4D}{b^2} v_{nkp}^2. \quad (16)$$

Дальше уже не трудно найти:

$$T_{ykp} = T_{nkp} - 2D \frac{n^2 \pi^2}{a^2}, \quad (17)$$

где n — то же самое целое число, что и в формуле (5).

И, наконец:

$$\sigma_{ykp} = \frac{T_{ykp}}{t}. \quad (18)$$

Если задано напряжение σ_y , а надо найти критическое значение σ_x , то очевидно, что у всех приведенных балок на упругом основании с прогибами Y_n (формула 2) осевые силы T_n известны:

$$T_n = \left[2D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_y \right]. \quad (4)$$

Но для каждой такой балки есть значение жесткости упругого основания k_n (положительное или отрицательное), при котором балка, нагруженная силой T_n , теряет устойчивость (см. графики на рис. 3, дающие связь v и U). Следовательно, можно найти бесконечное число решений, превращающих прогиб w в бесконечность. Из них надо выбрать одно, дающее максимальное в алгебраическом смысле значение усилия T_x .

Исходя из этих соображений, можно предложить следующие расчетные формулы для нахождения критического значения при заданном σ_x :

Усилие на единицу длины кромки:

$$T_y = \sigma_y t. \quad (19)$$

Приведенное усилие:

$$T_n = \left[2D \frac{n^2 \pi^2}{a^2} + T_y \right]. \quad (20)$$

Аналитическое выражение для нахождения числа полуоволн в этом случае дать трудно. Удобнее вычислять для ряда n значения T_n и весь дальнейший расчет укладывать в таблицу, а в конце расчета остановиться на том n , которое дает максимальное в алгебраическом смысле значение силы T_x . Аргумент v_n равен:

$$v_n = \frac{b}{2} \sqrt[4]{\frac{T_n}{D}}. \quad (7)$$

По этому аргументу v_n с помощью графика на рис. 3 находят U_n и приведенная жесткость упругого основания:

$$k_n = \frac{64D}{b^2} U_n^4, \quad (21)$$

по которой определяется:

$$T_{xnp} = \frac{a^2}{n^2 \pi^2} k_n - D \frac{n^2 \pi^2}{a^2}. \quad (22)$$

Дальше берется максимальное в алгебраическом смысле $T_{xnp} = T_{xkp}$ и по нему находится критическое напряжение:

$$\sigma_{xkp} = \frac{T_{xkp}}{t}. \quad (23)$$

Применение изложенных в этом разделе методов покажем на следующих численных примерах.

Численный пример № 1

Дано: $a = 2$ м, $b = 1$ м, $t = 1$ см (см. рис. 1). Пластина по всему контуру свободно оперта. Напряжение $\sigma_x = 700$ кг/см². Надо определить критическое значение напряжения σ_y .

Цилиндрическая жесткость D по формуле (1) равна:

$$D = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 1^3}{12(1 - 0,3^2)} = 2 \cdot 10^5 \text{ кг/см.}$$

Усилие $T_x = \sigma_x t = -700 \cdot 1 = 700 \text{ кг/см.}$

Число полуовал n вдоль оси x будет найдено как ближайшее к числу:

$$\sqrt{\frac{|T_x| a^3}{2 D \pi^2}} = \sqrt{\frac{700 \cdot 200^3}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \pi^2}} = 2,64.$$

Принимаем $n = 3$.

Приведенная жесткость упругого основания k_n по формуле (5)

$$k_n = \frac{\pi^2}{200^2} n^2 \left[2 \cdot 10^5 \frac{\pi^2}{200^2} n - 700 \right] = 2,5 \cdot 10^{-4} n^2 [50 n^2 - 700],$$

При $n = 3$ $k_3 = 0,565 \text{ кг/см}^3$.

Аргумент U_3 находится по формуле (8):

$$U_3 = 50 \sqrt[4]{\frac{-0,565}{4 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 1,45 \sqrt[4]{1}.$$

По графику на рис. 3 этому значению U соответствует $v = 2$. Тогда по формуле (16):

$$T_3 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5}{16^4} \cdot 2 = 320 \text{ кг/см}$$

и по формулам (17) и (18):

$$T_{ykp} = 320 - 2 \cdot 2 \cdot 10^5 \frac{3^2 \pi^2}{200^2} = -580 \text{ кг/см,}$$

$$\sigma_{ykp} = \frac{-580}{1} = -580 \text{ кг/см}^2.$$

Вопрос об устойчивости свободно опертых пластин был ранее исследован И. Г. Бубновым. Метод его, как и формулы, отличны от наших, но численные результаты совпадают.

Однако метод Бубнова применим только к пластинам, свободно опертым по четырем кромкам, в то время как рассмотренный нами прием позволяет найти Эйлерово напряжение пластины с двумя противоположными кромками, жестко заделанными на жестком контуре. Последний случай представляет практически большой интерес, так как такую схему можно применять для расчета пластин днища и переборки.

Численный пример № 2.

Дано: $a = 150 \text{ см}$, $b = 120 \text{ см}$, $t = 0,8 \text{ см}$ (см. рис. 4), $\sigma_y = -1000 \text{ кг/см}^2$. На кромках AB и CD пластина свободно опер-

та, на кромках AC и BD — жестко заделана. Контур жесткий. Надо найти критическое значение напряжения σ_x .

Цилиндрическая жесткость по формуле (1) равна:

$$D = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 0,8^3}{12(1 - 0,3^2)} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ кг/см.}$$

Усилие $T_y = -1000 \cdot 0,8 = -800 \text{ кг/см.}$

Формулы (20) — (22) приводим к удобному для вычисления виду

$$T_n = \left[2 \cdot 1,02 \cdot 10^5 \frac{n^2 \pi^2}{150^2} - 800 \right] = 91 n^2 - 800 \quad (20)$$

$$v_n = \frac{120}{2} \sqrt{\frac{T_n}{1,02 \cdot 10^5}} = 0,6 \sqrt{\frac{T_n}{10,2}} \quad (7)$$

$$k_n = \frac{64 \cdot 1,02 \cdot 10^5}{120^4} U_n^4 = 31,4 \cdot 10^{-3} \cdot U_n^4, \quad (21)$$

где U_n находится в зависимости от v_n по графику (на рис. 3).

$$T_{xn} = \frac{150}{n^2 \pi^2} k_n - \frac{n^2 \cdot 1,02 \cdot 10^5 \pi^2}{150^2} = 2250 \frac{k_n}{n^2} - 45,3^2 n. \quad (22)$$

Вычислим T_{xn} для первых трех значений n . Вычисления удобно уложить в таблицу В.

Таблица В
Вычисление T_{xn}

n	T_n	v_n	U_n	k_n	T_{xn}
1	кг/см — 710	5,00i	1,92	кг/см ³ 0,425	кг/см 910
2	— 436	3,92i	1,50	0,150	— 92
3	19	0,82	1,77 $\sqrt{i}$	— 0,309	— 484

Таблица В показывает, что максимальное в алгебраическом смысле T_{xn} получится при $n = 1$ и будет равно $T_{xkp} = 910 \text{ кг/см}$. Следовательно, пластина потеряет устойчивость, если напряжение σ_x будет меньше (в алгебраическом смысле) положительного напряжения:

$$\sigma_{xkp} = \frac{910}{0,8} = 1140 \text{ кг/см}^2.$$

г. Горький

РАБОТА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ ПО ГАЗОЖИДКОСТНОМУ ЦИКЛУ

Канд. техн. наук З. А. ХАНДОВ

Использование жидкого запального топлива в газовом двигателе (работа по газожидкостному циклу) значительно упрощает задачу конвертации на газ судовых дизелей и обещает в целом большую экономию топлива. В связи с этим ЦНИИРФ под руководством автора было проведено в 1946 г. испытание газосиловой установки самоходной баржи СБ-147 с дизелем, конвертированным на генераторный газ по газожидкостному циклу.

Грузоподъемность баржи — 700 т; основные ее размеры: $L \times B \times T = 67 \times 8,2 \times 2,08 \text{ м}$. Главный двигатель фирмы MWM (Моторен-Верке-Мангейм) модель RH342 представляет собой судовой реверсивный дизель мощностью в 400 л. с. при 400 об/мин. Он имеет 6 цилиндров (их диаметр — 285 мм, ход поршня — 420 мм) с предкамерным смесеобразованием.

В 1942 г. дизель был конвертирован на генераторный газ по газожидкостному циклу. В связи с этим было изменено смесеобразование, что вызвало некоторое изменение конструкции камеры сгорания и топливной системы. Кроме того, в связи с введением нового вида топлива была изменена система всасывания. Степень сжатия после конвертации равна 12,2.

Для питания двигателя газом в машинном отделении установлен газогенератор фирмы Кертинг прямого процесса, рассчитанный для сжигания антрацита или кокса размерами в 10—30 мм кусок. Генераторный газ очищается специальной системой очистки — скруббером и сухим фильтром. Кроме того, между скруббером и сухим фильтром есть устройство для очистки газа от смолы и сернистых соединений.

Размещение механизмов в машинном отделении судна после установки газогенератора изображено на рис. 1: 1 — газогенератор, 2 — стояк для предварительного охлаждения газа, 3 — скруббер, 4 — сухой фильтр, 5 — газовый клапан, 6 — цистерна с эмульсией, 7 — центробежный насос (экогаузер) для очистки газа от сернистых соединений и смолы, 8 — кингстон заборной воды, 9 — вентилятор розжига, 10 — главный двигатель, 11 — баллоны пускового воздуха, 12 — отсасывающий газовый вентилятор, 13 — дизель-компрессор, 14 — динамомашинка, 15 — клапанная коробка осушительной системы, 16 — регулятор давления газа, 17 — водяной фильтр, 18 — центробежный водяной насос и 19 — зубчатый редуктор.

Характерным для данной газогенераторной установки является механический привод на все механизмы от главного двигателя. От

поста управления двигателем путем воздействия на отсечное устройство топливных насосов.

Целью испытаний являлось определение основных параметров рабочего процесса двигателя при использовании генераторного газа и экономичности установок. Во время испытаний замерялись следующие показатели: мощность двигателя, число оборотов вала, температура выхлопных газов, охлаждающей воды, генераторного газа и паровоздушной смеси, поступающей в газогенератор, расход твердого и жидкого топлива и разрежение во всей газосасывающей установке; производился также анализ выхлопных газов и генераторного газа.

Расход жидкого топлива измерялся специально установленным мерным бачком. Расход угля определялся по числу ковшей, загружаемых в газогенератор (вес угля, вмещающегося в ковши, был точно установлен до испытания). Анализ газов производился газоанализатором Норзе.

На жидком топливе двигатель испытывался только на швартовых, а при работе на газе — и на швартовых и на ходу. Во время швартовых испытаний был произведен замер объема камер сжатия, главных размеров двигателя, фаз распределения двигателя и опережения впрыскивания запального топлива. Форсунки были отрегулированы на давление открытия в 180 атм.

Результаты индцирования иллюстрируются диаграммами, снятыми при работе двигателя на жидком топливе с различным числом оборотов вала (рис. 4). Давление в конце сжатия составляло 28,5 атм.



При работе двигателя по газожидкостному циклу воздух поступает, как показано стрелкой, в коллектор 5, а газ — в газовый коллектор 6. Из коллекторов газ и воздух направляются в отдельные на каждой крышке смесители 7, где и смешиваются. Готовая горячая смесь идет затем в цилиндр через нормальный всасывающий клапан. Количество всасываемого газа в соответствии с нагрузкой регулируется клапаном 8, расположенным в газовом патрубке смесителя. Открытие или закрытие клапана производится с поста управления двигателем вручную рычагом. Чем больше открыт клапан, тем больше расходуются газа, а коэффициент избытка воздуха в рабочей смеси уменьшается.

	Открытые	Закрытые
Всасывающие	17° до ВМТ	16° после НМТ
Выхлопные	40° до НМТ	22° после ВМТ

Опережение впрыскивания запального топлива составляет 5° до ВМТ. Угол перекрытия клапанов, как видно из таблицы, равен 39°.

Несмотря на сравнительно большой угол перекрытия всасывающего и выхлопного клапанов, взрывов в смесителях в период испытания двигателя не наблюдалось. Для поддержания постоянного давления газа перед двигателем у газового ресивера установлен автоматический регулятор давления (см. рис. 1), который обеспечивает разрежение в газовом коллекторе в 5—10 мм вод. ст.

Будучи приспособлен к работе по газожидкостному циклу, двигатель может работать и на одном жидком топливе. Пуск двигателя, маневры (реверсы) осуществляются на жидком топливе. Перевод с жидкого топлива на газ и наоборот производится на ходу, без остановки двигателя. Во время работы на газе жидкое запальное топливо подается теми же насосами, что и при работе двигателя на жидком топливе. Изменение расхода жидкого топлива производится с



Несколько необычный вид индикаторных диаграмм для бескомпрессорных дизелей и низкое максимальное давление в цилиндре P_2 объясняется малым опережением подачи жидкого топлива¹.

за по выходе из газогенератора при данном режиме работы двигателя была не выше 200°C , а температура паровоздушной смеси, поступающей в газогенератор, — не выше 70°C . Если температура

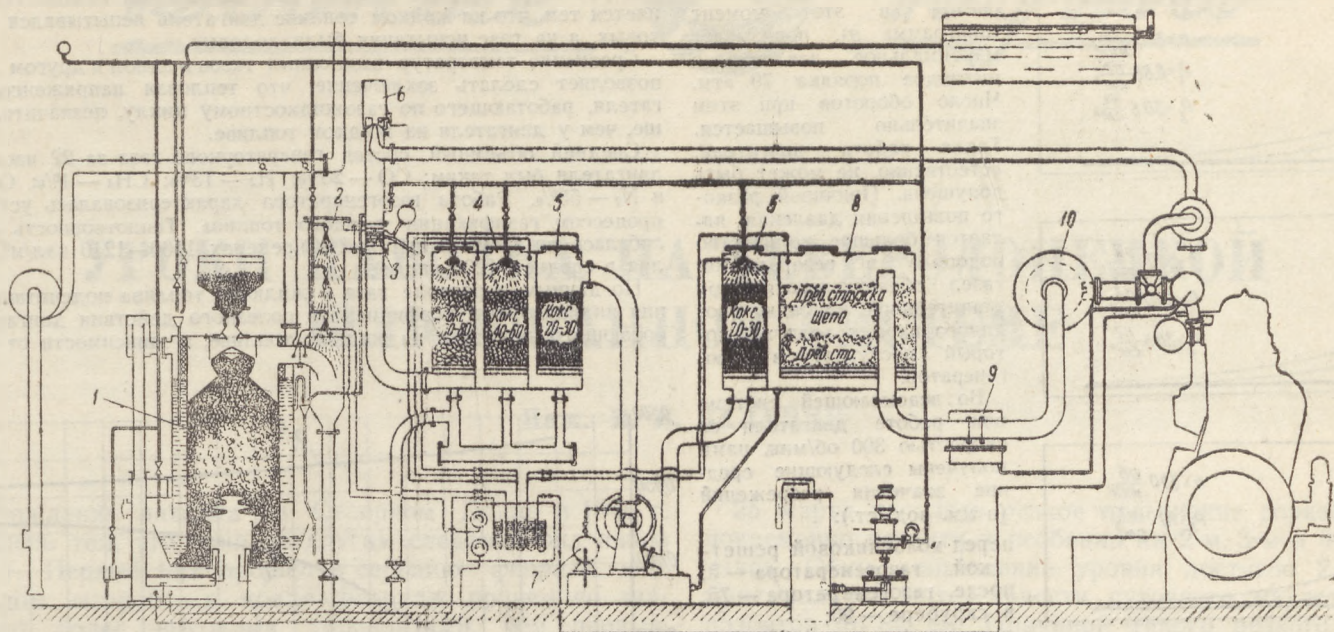


Рис. 3

Сводные данные по результатам испытаний двигателя на жидком топливе приведены на рис. 5. При 315 об/мин. двигатель развивал мощность около 480 и. л. с., и. л. с., и. л. с. При 320 об/мин. процесс горения топлива протекал вполне нормально, выхлоп оставался бездымным. Когда число оборотов превышало 320 в мин., выхлоп становился дымным, т. е. двигатель перегружался; поэтому при таком числе оборотов мы не производили испытаний.

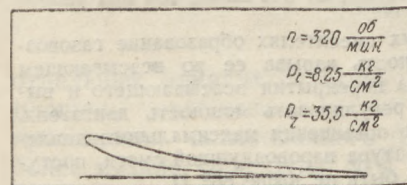
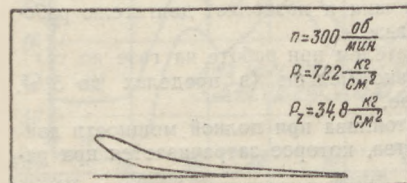
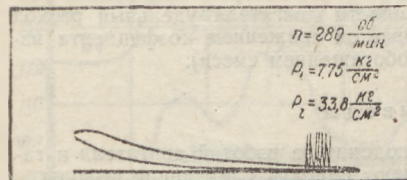


Рис. 4

пального топлива; вследствие этого, как видно на диаграмме, часть смеси сгорает после ВМГ при постоянном P . Незначительное повышение давления при горении смеси происходило из-за большого коэффициента избытка воздуха в газовой смеси и малого угла опережения подачи жидкого запального топлива. Работа двигателя при этом сопровождалась почти бесцветным выхлопом. Температура выхлопных газов не превышала 400° . Температура генераторного га-

¹ Установленное опережение впрыскивания $\theta = 5^\circ$ до ВМГ безусловно не оптимальное для данного двигателя; это подтверждается данными других испытаний. (Ред.).

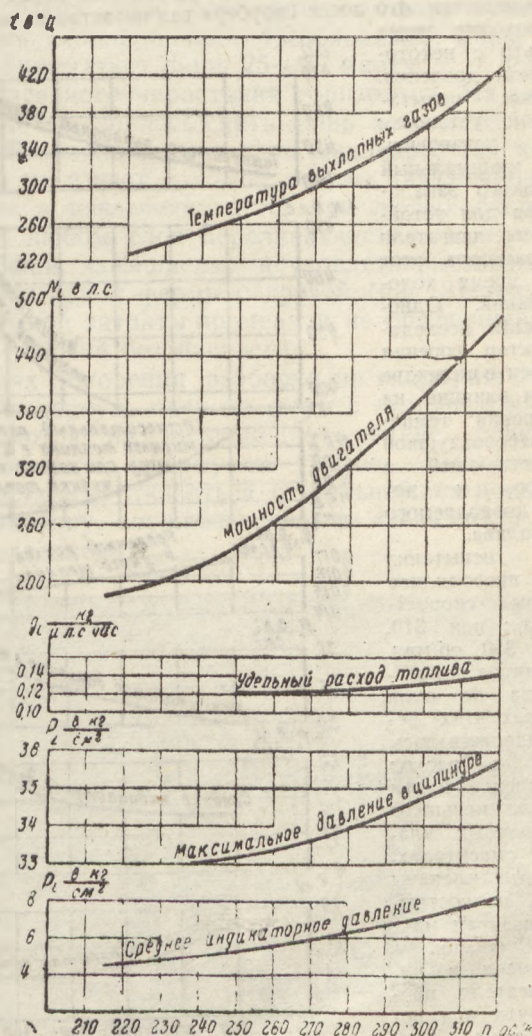


Рис. 5

паровоздушной смеси превышала 80° Ц, в цилиндрах двигателя начинался сильный стук, который прекращался, как только температура снижалась.

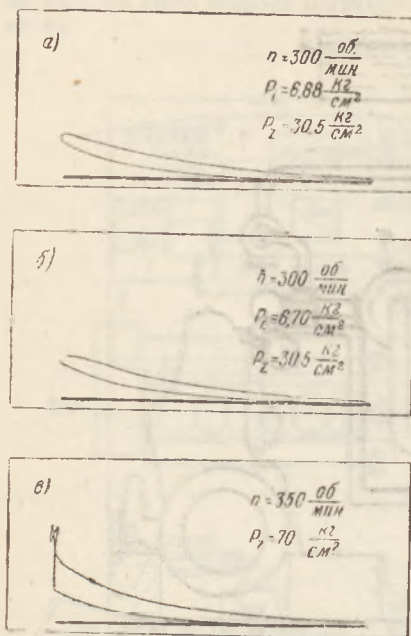


Рис. 6

Индикаторная диаграмма, снятая в этот момент (диаграмма б), показывает максимальное давление в цилиндре порядка 70 атм. Число оборотов при этом значительно повышается. Такая работа двигателя, естественно, не может быть допущена. Причиной резкого повышения давления является большое количество водорода в генераторном газе, образующегося при значительной присадке водяного пара к воздуху, который поступает в газогенератор.

Во всасывающей системе при работе двигателя со скоростью 300 об/мин нами получены следующие средние значения разрежений (в мм. вод. ст.):

перед колосниковой решеткой газогенератора — 5;
 после газогенератора — 75;
 в скрубере — 90;
 в сухом фильтре + 20;
 перед двигателем — 10.

Разрежение в сухом фильтре со знаком + и незначительное разрежение перед двигателем обусловлены тем, что после скрубера газ нагнетается эксгаустером и проходит через сухой фильтр с некоторым избытком давления.

Наладочные испытания судовой установки позволили установить возможный минимальный расход жидкого запального топлива для устойчивой работы двигателя на газе и замерить этот расход во время ходовых испытаний. Одновременно были исследованы характер горения газовой смеси в цилиндре двигателя и влияние на процесс горения температуры паровоздушной смеси, поступающей в газогенератор, и количества добавляемого жидкого топлива.

Ходовые испытания двигателя проводились при различных скоростных режимах: при 310, 320, 340 и 350 об/мин. Подача жидкого запального топлива на один цикл при всех этих режимах поддерживалась неизменной, а расход газа менялся путем открытия газовых клапанов в смесителях. Когда газовые клапаны открывались полностью, двигатель развивал максимум 350 об/мин.

Горение смеси в цилиндре двигателя проходило почти при постоянном объеме, причем максимальное давление в цилиндре не превосходило 32 атм.

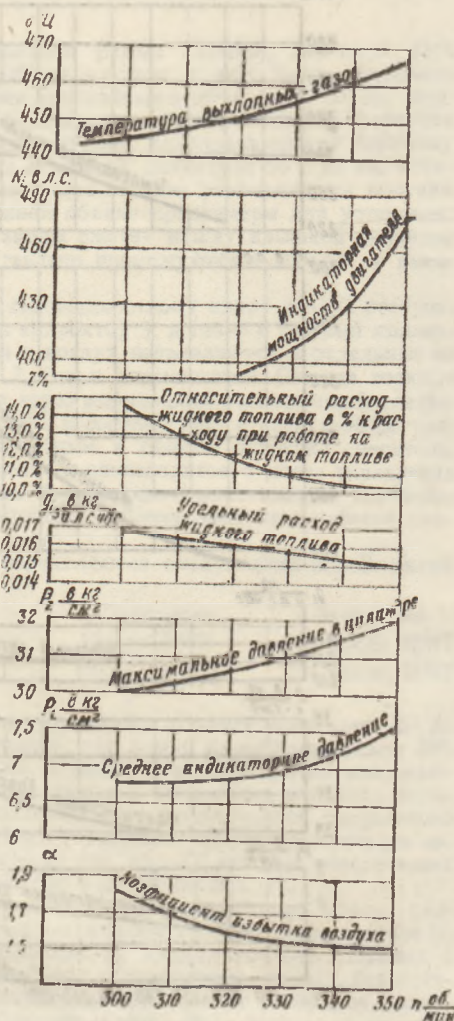


Рис. 7

Сводные результаты ходовых испытаний двигателя, работающего на газе, изображены на рис. 7.

Большее число оборотов двигателя во время работы на газе, чем при работе на жидком топливе, при одинаковых мощностях объясняется тем, что на жидком топливе двигатель испытывался на швартовых, а на газе испытания были ходовые.

Сравнение температур выхлопных газов в одном и другом случаях позволяет сделать заключение, что тепловая напряженность двигателя, работающего по газожидкостному циклу, незначительно выше, чем у двигателя на жидком топливе.

Средний объемный состав генераторного газа за 22 часа работы двигателя был таким: CO — 26%; H₂ — 13%; CH₄ — 1%; CO₂ — 5% и N₂ — 55%. Работа газогенератора характеризовалась устойчивым процессом газификации твердого топлива. Теплотворность газа колебалась во время испытаний в пределах 1160—1240 кал/м³, составляя в среднем 1200 кал/м³.

По данным о расходе газа и жидкого топлива подсчитаны значения индикаторных коэффициентов полезного действия двигателя, работающего на газе и на жидком топливе, в зависимости от индикаторной мощности двигателя (рис. 8).

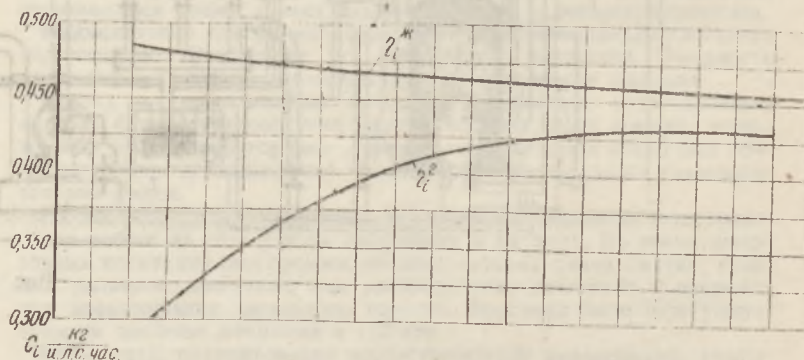


Рис. 8

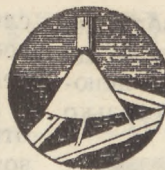
Расход газа определялся по расходу антрацита и выходу газа с 1 кг, который был принят равным 4 м³/кг. С повышением мощности двигателя удельный расход газа уменьшается, что обуславливается снижением коэффициента избытка воздуха в газовой смеси (обогащением смеси).

Выводы

Проведенные испытания и наблюдения за работой двигателя и газогенераторной установки позволяют сделать следующие выводы.

1. Выполненная конвертация предкамерного дизеля МВМ на генераторный газ конструктивно несложна и позволяет двигателю работать и на жидком топливе и на газе.
2. Мощность, развиваемая двигателем при работе на газе по газожидкостному циклу, незначительно меньше (в пределах до 5%), чем при работе на жидком топливе.
3. Расход жидкого запального топлива при полной мощности двигателя равен 10,5% того количества, которое затрачивается при работе дизеля на жидком топливе.
4. Индикаторный коэффициент полезного действия двигателя, работающего на газе с полной мощностью, на 5% ниже, чем при работе на жидком топливе.
5. Принятое в индивидуальных смесителях образование газовой смеси устраняет возможность взрыва ее во всасывающем трубопроводе (при наличии угла перекрытия всасывающего и выхлопного клапанов) и позволяет регулировать мощность двигателя.
6. Во избежание недопустимого повышения максимального давления в цилиндре двигателя температура паровоздушной смеси, поступающей в газогенератор, должна быть не выше 80° Ц.
7. Управление двигателем при работе как на газе, так и на жидком топливе, реверсирование и перевод его с жидкого топлива на газ и наоборот вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к судовым двигателям внутреннего сгорания.
8. Работу газогенераторной установки можно признать вполне удовлетворительной.
9. Управление двигателем из штурвальной рубки судна позволяет уменьшить численность команды на вахте до трех человек: капитан или его помощник, механик или его помощник и газовщик, выполняющий также обязанности вахтенного матроса.
10. Выявленные технико-эксплуатационные показатели подтверждают целесообразность применения в речном флоте дизельных установок, работающих по газожидкостному циклу.

г. Ленинград



УРОКИ ПАВОДКА НА СЕВЕРОДОНЕЦКОЙ ШЛЮЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ

Инж. В. В. БАЛАНИН

Прохождение паводка на Северном Донце в 1946 г. отличалось тем, что один за другим следовал ряд пиков (рис. 1). Первый пик прошел в середине февраля, еще под льдом, второй — в конце февраля, причем со значительно более высокими горизонтами, чем первый. Затем последовал весьма интенсивный спад, совпавший по времени с ледоходом. В результате на берегах и

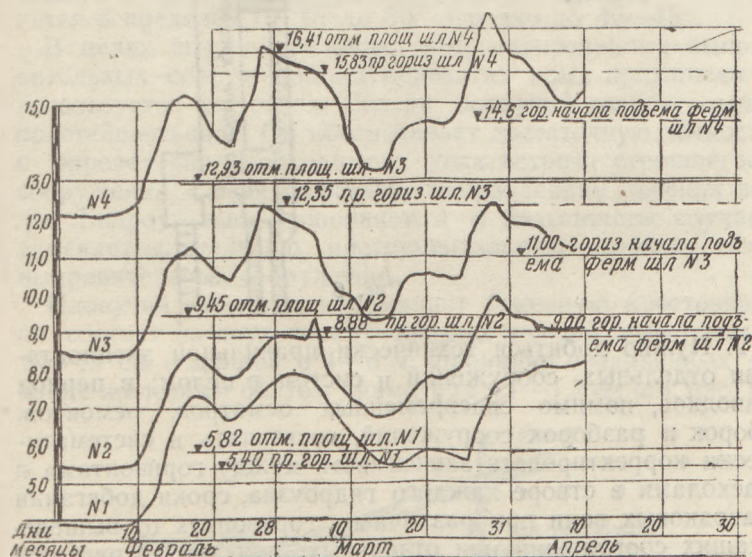


Рис. 1

отдельных отмелях осталось большое количество льда; площадь отдельных льдин достигала 600 м². На всем протяжении шлюзованного участка реки установились более низкие горизонты, чем те, при которых нормально приступают к сборке плотин. На отдельных узлах этот разрыв колебался от 0,6 до 2,10 м. Глубины у некоторых перекатов оказались на 20—30% меньше нормированных для данного плеса.

Следующий и последний пик паводка, согласно прогнозу гидрометслужбы, должен был наступить 10—12 апреля. Но необходимо было открыть навигацию на реке, и, не пережидая его, приступили к сборке плотин, чтобы поддержать установленные габариты пути. К 25 марта были собраны плотины гидроузлов №№ 2, 3 и 4; на узлах, лежащих выше, подъем ферм был выполнен лишь частично.

25 марта началось резкое повышение горизонтов одновременно на пяти и особенно на 2-м, 3-м и 4-м гидроузлах. Общее повышение уровня достигло 2,6 м при максимальной интенсивности суточного нарастания горизонтов до 84 см. Причиной такого резкого повышения горизонтов явились ливни, прошедшие в этот период в низовьях реки, а не таяние снегов, как это бывало обычно. Для работников системы, не предвидевших таких резких паводков местного формирования, они оказались неожиданными. Необходимые меры на узлах стали приниматься лишь 25—26 марта, т. е. уже во время интенсивного нарастания горизонтов. На гидроузлах №№ 2, 3 и 4 удалось снять лишь незначительное число щитов. Разборка плотин шла медленно, так как краны (рис. 2) не имеют жесткой стрелы, обеспечивающей зацепление и извлечение щита при любых скоростях течения и любом слое переливающейся через щит воды. Устаревший, совершенно неудовлетворительный способ крепления одной фермы с другой (рис. 3) также требовал большой затраты времени и не обеспечивал элементарных условий безопасности.

В целях ускорения разборки на гидроузле № 2 попытались выдернуть одну из ферм с помощью каречкрана. Но, несмотря на приложенное усилие, равное почти 12 т, выдернуть ферму не удалось. Быстрая прибыв воды заставила отказаться от дальнейших попыток разобрать плотину, служебные мостки были сняты, и сооружение затоплено.

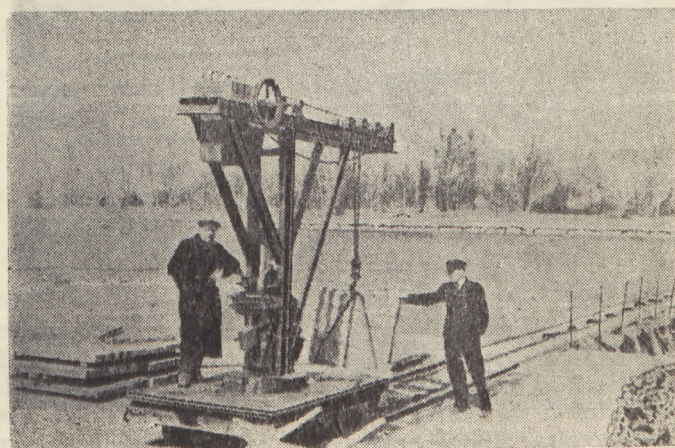


Рис. 2

В кульминационный момент паводка слой воды на площадках сооружений достиг 0,9 м при перепаде до 0,75 м. Скорость и сила потока в верхних головах шлюзов и на площадках устоев плотин были настолько



Рис. 3

велики, что на сооружении № 4 крупные каменные плиты (рис. 4) были снесены потоком на расстояние до 20 м.

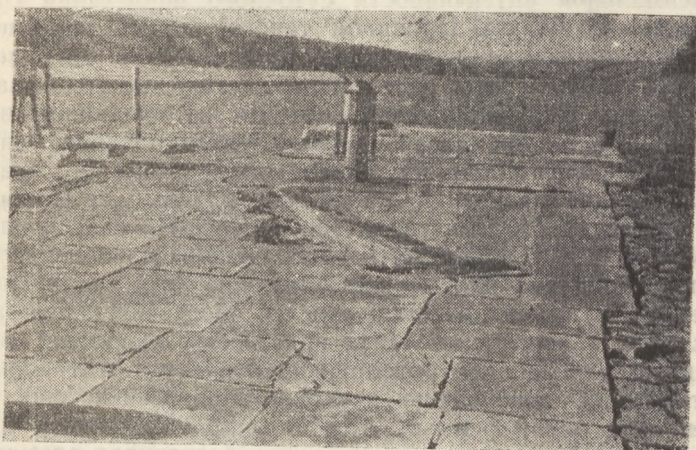


Рис. 4

а на сооружении № 2 наблюдались просадки плит в районе верхней головы. Возникли также просадки мощения откосов речных стенок шлюзов обоих названных выше гидроузлов (рис. 5). Четко выраженное направление

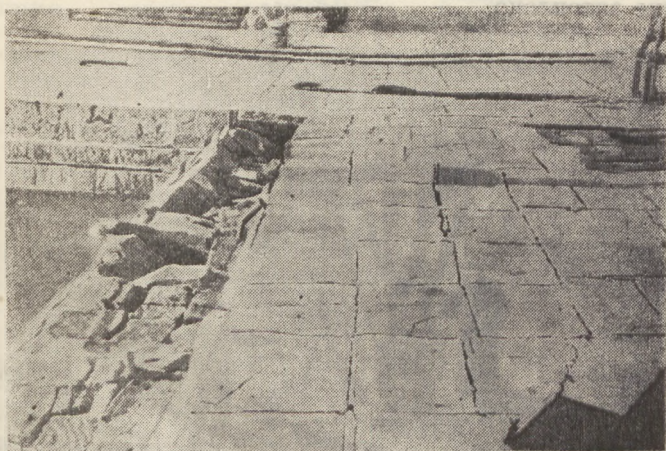


Рис. 5

слива воды к оси русла привело к тому, что сильнее всего пострадали непосредственно примыкающие к верхней голове или устою шлюза участки мощения (рис. 6).

Последовавший затем быстрый спад горизонтов предотвратил существенное разрушение сооружений и дал возможность принять меры к исправлению повреждений. Тем не менее из описанного случая следует сделать ряд организационно-технических выводов, которые в первую очередь относятся к рассматриваемой системе, но могут быть учтены и в других аналогичных условиях.

1. Следует организовать, особенно в весенний период, тщательную информацию о паводках и метеорологических явлениях, определяющих собой их формирование, не только вдоль трассы судоходного пути, но и на несудоходных притоках. В отдельных случаях эту информацию должны обеспечивать, наряду с организациями гидрометслужбы СССР, и сами бассейновые управления пути.

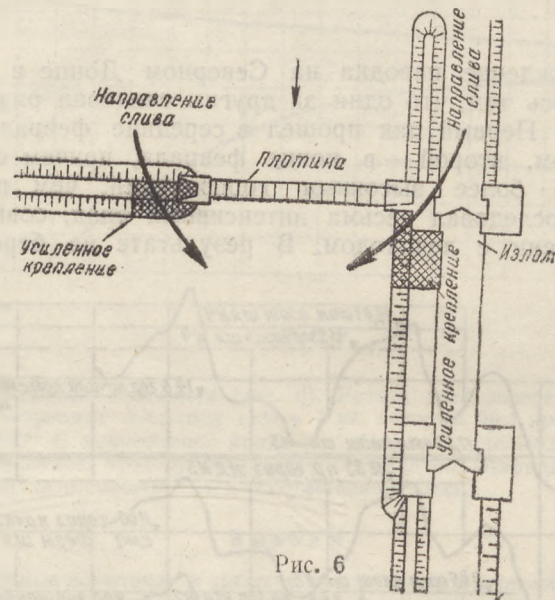


Рис. 6

2. Нужно добиться технически правильной эксплуатации отдельных сооружений и систем в целом; в период паводков, помимо своевременных осмотров, ремонтов, сборок и разборки сооружений, составлять и систематически корректировать зависимости между горизонтами и расходами в створе каждого гидроузла, сроки добегания паводковых волн при различных горизонтах от вышележащих сооружений или отдельных пунктов до рассматриваемого; установить наиболее рациональную схему маневрирования щитами для пропуска расхода той или иной интенсивности и т. д.

3. Необходимо принять меры, чтобы плотины быстро разбирались, для чего заменить гибкие подъемные органы кранов жесткими стрелами и устаревшую систему крепления ферм — более современной. Это уже осуществляется на плотинах Северодонецкой системы.

4. Для быстрого освобождения плотин от щитов следует ввести предложенное ниже Л. П. Лавриновичем застропливание всех щитов крайнего пролета судоходных плотин с выводом концов тросов на устой.

5. Нужно усилить на участках протяжением в 25—30 м (см. рис. 6) крепление дамб, площадок и откосов речных стенок шлюзов, тщательно подбирая обратный фильтр.

6. На каждом узле необходимо создать установленный табелем запас аварийных материалов и оборудования.

ГИДРОУГОЛЬНИК

Инж. И. В. МАТАШЕВ

Новое представление о внутренней структуре (течениях) речного потока и его воздействии на переформирование русла реки создало возможность лабораторно и в натуре выработать более эффективную методику постановки выправительных сооружений для разработки перекатов самостоятельно и в комбинации с землечерпанием и взрыванием.

Возбуждение искусственных циркуляционных течений в потоке, протекающем через перекат, управление наносами посредством имитации песчаных заструг, а также закрытие затонских частей перекатов (проф. Потапов М. В., канд. техн. наук Лосиевский А. Н., инж. Кустанов Л. И.) предопределили основное направление в постановке выправительных сооружений и в выборе их типов. Направляющие (поверхностные, донные, наносоуправляющие и т. д.) однорядные, двухрядные плетневые сооружения, особенно временные деревянные щитовые установки на перекатах, просты по своему устройству и несложны в работе. Однако в практике приходится иметь дело с правильным определением угла встречи течения воды с такими сооружениями. Угол этот обычно колеблется в пределах от 15° до 30° и редко до 40° — 45° .

В целях быстрой разбивки запроектированных выправительных сооружений на перекатах нами предложен и используется на реках Севера пловучий гидроугольник простейшего вида. Он обеспечивает достаточную точность в определении необходимого угла встречи строящегося сооружения с поверхностным направлением течения воды. Гидроугольник дополняет, а в большинстве случаев заменяет длительную инструментальную разбивку осей выправительных сооружений.

Пловучий угольник напоминает бакенную крестовину; он состоит из двух тонких прямых жердей диаметром в 10 — 15 см и длиной в 4 — 6 м, шарнирно соединенных на конце железным болтом диаметром в 1 — $1,5$ см (см. рис. 1).

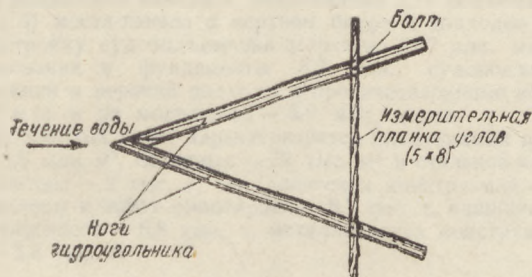


Рис. 1. Гидроугольник

Ноги гидроугольника в месте соединения имеют простой замок в полдерева. Поперечная планка сечением в 8 — 10 см для простоты накладывается поверх ног гидроугольника и крепится к ним болтами в $1,0$ — $1,5$ см. На планке просверливается несколько отверстий, соответствующих углам раструба ног гидроугольника в 30° — 40° — 50° — 60° и т. д. градусов.

При разбивке осей выправительных сооружений угол раструба ног гидроугольника будет соответствовать двойному углу встречи течения с сооружением. Например: если нужно ось сооружения поставить под углом 30° к течению воды, то угол раструба гидроугольника устанавли-

вается на $30 \times 2 = 60^\circ$. В дополнение к этому на ногах гидроугольника иногда наносятся специальные метки, соответствующие обычно принятым расстояниям между кольями ($0,5$ — $0,75$ — $1,0$ — $1,5$ — $2,0$ м и т. д.), забиваемыми в грунт для поддержания плетневых или деревянных щитов и двухрядных плетневых сооружений.

Пловучий гидроугольник работает по принципу равномерного обтекания его симметрично разведенных направляющих ног движущимся поверхностным слоем воды. Поэтому угольник устанавливается на поверхности воды в таком положении, что течение получает направление по его биссектрисе (см. рис. 2).

Разберем пример установки поверхностных деревянных или плетневых щитов на перекате под углом к течению в 30° . Раструб гидроугольника в данном случае устанавливается на угол в 60° , для чего два болта поперечной мерной соединительной планки вставляются в отверстия, соответствующие этому углу. Необходимо заметить, что иногда для удобства разбивки направляющих (поверхностных) щито-плетневых сооружений длину ног гидроугольника делают равной длине щита. В данном случае применение гидроугольника сводится к следующему.

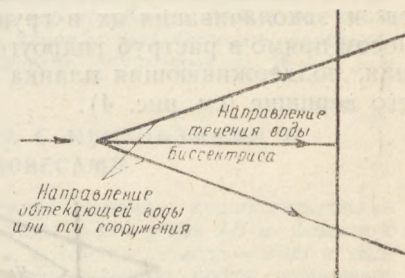


Рис. 2. Схема направлений течения воды у гидроугольника

Предположим, что имеются ранее заготовленные поверхностные щиты длиной в $5,5$ м и их нужно установить на перекате под углом в 30° к течению воды (см. рис. 3). Прежде всего на перекате определяется начало направляющей системы поверхностных щитов; допустим, что оно будет в точке Б. Для правильной установки первого щита в начальном пункте Б производят следующее.

1. К вершине гидроугольника привязывают веревку длиной в $6,2$ м, исходя из расстояния по схеме в $6,0$ м между концами щитов В и Г и необходимости запаса на глубину (в месте постановки щитов) и выдувания

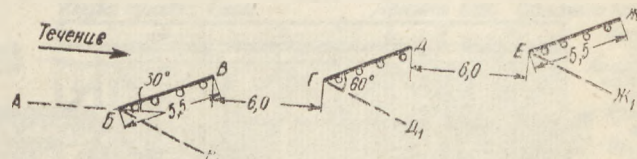


Рис. 3. Схема установки щитов с помощью гидроугольника

(течением воды). К другому концу веревки привязывают легкий четырехлапый якорь лодочного типа. Колья для забивки заготавливают на берегу, подвозят и укладывают вблизи места установки всей системы щитов. Подготавливают также несложные инструменты, необходимые для установки щитов: 2 — 3 барса (чекмари), мочальную веревку (сторожок) для поддержания кола при забивке в грунт, топоры и т. д. Щиты обычно складывают на пон-

тоне или плашкоуте, который подводится к месту работ, или их привозят на лодках-завознях. После выполнения подготовительных работ переходят к разбивке сооружения.

2. Якорь гидроугольника, а иногда и гидроугольник укладывают в лодку, но в большинстве случаев ввиду его громоздкости угольник сталкивают на воду, и он находится в пловучем состоянии. В лодку укладывают также весь инструмент и необходимое число кольев. Три-четыре рабочих выезжают к району А, где выкидывают якорь и устанавливают угольник под действием течения воды в положении ВВ₁.

По меткам, имеющимся на ногах раструба БВ, заколачивают в песок колья на требуемом расстоянии один от другого, к которым в дальнейшем будет прислонен и привязан щит. Затем на лодке поднимаются к якорю, выкатывают его, перевозят в точку В и здесь выбрасывают. Лодка отходит в сторону, и гидроугольник устанавливается в положении ДГД₁.

Разбивка осей следующих щитов повторяется в том же порядке.

Необходимо отметить, что иногда для установки кольев и заколачивания их в грунт (песок) лодка въезжает носом прямо в раструб гидроугольника, тогда измерительная, поддерживающая планка устанавливается ближе к его вершине (см. рис. 4).

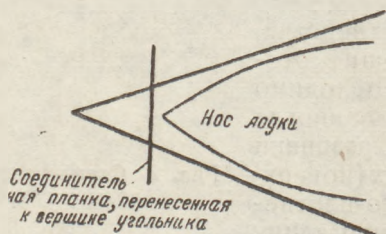


Рис. 4. Заезд лодки в гидроугольник

Разбивку сооружений иногда производят две бригады на двух лодках. В этом случае одна бригада устанавливает гидроугольник, а другая вешит, закачивает и часто одновременно забивает колья в дно реки. После этого устанавливаются щиты и привязываются к кольям.

Так как колья сооружений располагаются в зоне подмыва дна и часто вымываются из грунта (при недосмотре, особенно ночью), сзади сооружений, ниже по течению, обычно забивают специальный контрольный кол (в месте отложения наносов или там, где нет подмыва); к нему щит привязывается особой веревкой. В случае подмыва и уноса течением даже всех кольев щит остается на поверхности воды и удерживается на веревке контрольным колом.

Разбивка осей выправительных сооружений, имеющих значительную длину — от 50 до 100 м и более (полузапруды, наносоуправляющие, косые водосливные запруды и т. д.), производится просто. Гидроугольник, установленный на воде у головной части сооружения с соответствующим углом раструба, одной своей стороной (ногой) дает правильное направление оси сооружения. Закачав и забив в грунт дна два кола — один у вершины плавающего угольника и другой у конца необходимой стороны его, получаем общее направление оси разбиваемого сооружения. Дальнейшее вешение направления оси сооружения (тела и корневой части) не представляет трудностей, так как два кола, забитые в грунт у головной части, определяют ее точно.

В практике работ обычно применяется гидроугольник, стороны которого имеют в длину от 2 до 6 м, таким образом он легкий и компактен. После применения угольника на разбивке сооружений рекомендуется не держать его на воде, а хранить на берегу или на судне, тогда он приобретает большую легкость и пловучесть.

Опыт показал, что с помощью гидроугольника можно быстро, без всяких инструментов разбивать любые выправительные сооружения под определенным углом к течению.

г. Великий Устюг

За рубежом

СУДОПОДЪЕМНИК „НИДЕРФИНОВ“ И НЕДОСТАТКИ ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Судоподъемник с противовесами «Нидерфинов» (Германия), построенный в 1926—1934 гг., является крупнейшим в мире. Он может поднимать или опускать суда грузоподъемностью до 1000 т на высоту 36 м. Подъем или опускание судна занимает 5 мин., а вся операция перевода судна из бьефа в бьеф — 15—20 мин. Пропускная способность судоподъемника с учетом неравномерности грузопотоков и перерывов в навигации оценивается в 10 млн. т в год.

Судоподъемник (рис. 1) состоит из следующих основных частей: 1) бетонного основания с фундаментами, 2) металлического корпуса

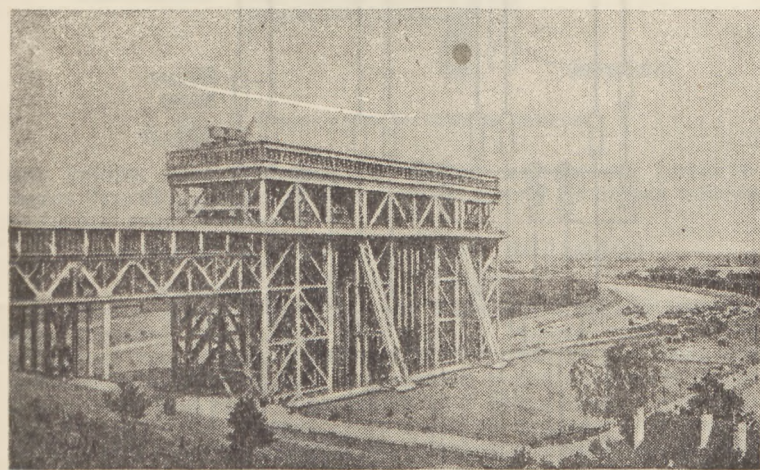


Рис. 1. Общий вид судоподъемника „Нидерфинов“

(каркаса), 3) подвижной камеры с механизмами для подъема и противовесами и 4) моста-канала в верхнем бьефе и подходов к воротам. На постройку судоподъемника затрачено 27,7 млн. марок, из них на основания и фундаменты 5,2 млн., судоподъемник — 12,7 млн., нижний и верхний подходы и противоаварийные ворота на канале — 4,8 млн. и на мост-канал — 5,0 млн. марок.

Объем выполненных работ характеризуется следующими цифрами: земляных — 1,5 млн. м³, бетонных — 72 тыс. м³ и стальной арматуры для железобетона — 2 тыс. т; металлических конструкций каркаса, подвижной камеры и ворот смонтировано 6,7 тыс. т, машинных установок и противовесов — 6,8 тыс. т, металлических конструкций моста-канала — 3,8 тыс. т.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КАРКАС И БЕТОННОЕ ОСНОВАНИЕ

Каркас судоподъемника (рис. 1, 2 и 8) состоит из четырех пар сквозных башен (рис. 2 — А₁, А₂, А₃, А₄) высотой по 59 м. Каждая пара башен соединена поверху на пролете ~ 18 м двумя поперечными к оси судоподъемника фермами и образует двухшарнирную раму В (рис. 3). Две средние пары башен соединены сверху по оси судоподъемника фермами и балками В (рис. 2), т. е. представляют собой раму с неподвижно заделанными концами. К двум внешним стойкам этой рамы, перпендикулярно оси судоподъемника и с обеих его сторон, прикреплены подкосы (рис. 1 и 3).

Поверху башен по всей длине каркаса судоподъемника, равной ~ 94 м, положены продольные балки для поддержания блоков с тросами и передачи нагрузки от них на стойки башен и далее на фундамент. При этом башни А₂ соединены с башнями А₃ продольными шарнирными балками, а башни А₁ с башнями А₂ — балками с подвижной опорой, которая у А₁ перемещается вдоль оси судоподъемника. Кроме того, рамы башен связаны двумя горизонталь-

ными фермами, соединенными между собой подвижными вдоль оси судоподъемника шарнирами, которые расположены по внутренней раме башен А₁.

Система каркаса в статическом отношении многократно неопределима, и расчет сечений и деформаций затруднителен. Весь каркас судоподъемника сделан из обычной строительной стали марки СТ-37 (т. е. с временным сопротивлением 3700 кг/см²). Каркас опирается на днище корытообразного бетонного основания длиной около 105 м и шириной около 29 м, причем днище расположено на 8 м ниже уровня земли (рис. 2 и 3). Бетонное основание разрезано двумя поперечными осадочными швами на три отдельные секции (Д₁, Д₂ и Д₃ на рис. 2). Толщина его колеблется от 8 м под стойками башен до 4 м в середине камеры. Все бетонное основание покоится на 9 кессонных фундаментах, опущенных на 16—17,5 м ниже поверхности земли.

ПОДВИЖНАЯ КАМЕРА С МЕХАНИЗМАМИ И ПРОТИВОВЕСАМИ

Длина металлической подвижной камеры судоподъемника — 85 м, ширина — 12 м; глубина воды в ней равна 2,5 м. Вместе с водой камера весит около 4300 т, в том числе вода — 2700 т. Камера подвешена на 256 тросах, прикрепленных почти равномерно по всей ее длине. Ко вторым концам тросов прикреплены 192 противовеса, объединенных в группы специальными рамами. Тросы переброшены через 128 двухжелобчатых блоков, расположенных на верхних продольных балках каркаса. Веса тросов ~ 90 т и уравниваются четырьмя тяжелыми цепями, подвешенными одним концом к камере и другим — к противовесам.

Камера судоподъемника (рис. 4) состоит из двух главных продольных бортовых ферм и ряда нижних поперечных балок, расположенных на расстоянии 5,3 м одна от другой и прикрепленных к нижним поясам главных ферм. Дно камеры и боковые стенки сделаны из 11-мм стальных листов, а вся камера — из высококачественной стали марки А-52 (с временным сопротивлением 5200 кг/см²).

Верхние пояса главных продольных ферм по всей длине судоподъемника связаны горизонтальной фермой и против средних стоек каркаса — верхними поперечными консольными балками. В этих местах вертикальные элементы главных продольных ферм вместе с верхней и нижней поперечными балками образуют жесткую раму. Между консолями верхних и нижних балок укрепляются описываемые ниже червяки противоаварийного приспособления.

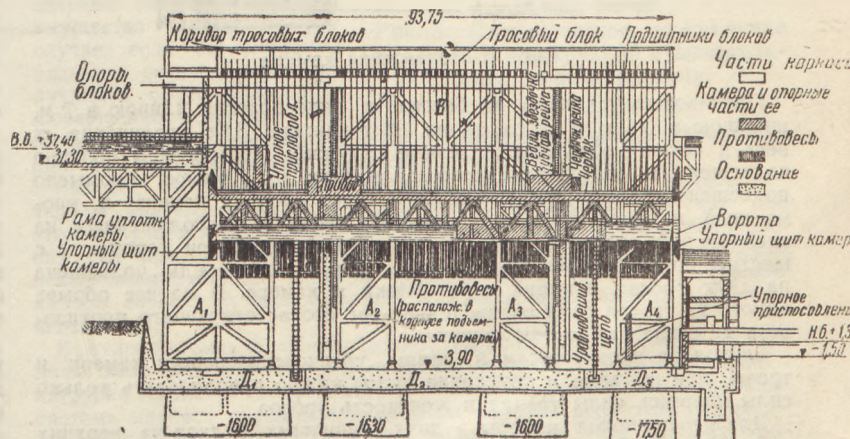
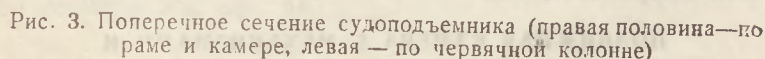


Рис. 2. Продольный разрез судоподъемника

Подъемный механизм (рис. 6) включает мотор мощностью в 55 квт, лебедку с ведущей звездочкой и тормозом и пружинный буфер с рычагами. Подшипники ведущей звездочки укреплены на рычагах буфера, допускающих их вертикальное перемещение и удерживаемых в среднем положении пружинным буфером. Пружины буфера имеют первоначальное натяжение около 30 т, т. е. превышающее нормальную нагрузку.

В случае аварии, связанной с опорожнением или переполнением камеры, когда через звездочку на буфер начинает передаваться сила более 30 т, звездочка оседает на рычагах буфера, мотор выключается, и вступает в работу противоаварийное приспособление, которое принимает на себя всю аварийную нагрузку.

Противоаварийное или предохранительное устройство состоит из четырех передвигающихся вместе с камерой вертикальных червяков. Каждый из них свободно вращается в червячных вогнутых парных рейках, укрепленных на каркасе судоподъемника рядом с зубчатыми рейками, и синхронно приводится в движение от упомянутого выше



Тросы прикреплены к верхним поясам главных продольных ферм камеры. Наружный диаметр тросов — 52 мм. Каждый из них состоит из 6 пучков стальных проволок и ядра из конопляного каната, причем каждый пучок составлен из 37 проволок, а весь трос — из 222 проволок. Тросы растоплены попарно, для предупреждения закручивания их один трос имеет левую навивку, а другой — правую. Блоки диаметром в 3,5 м имеют стальные оси диаметром в 24 см, уложенные на роликовые подшипники, причем каждый подшипник рассчитан на нагрузку в 47,5 т.



Благодаря противовесам и цепям, уравнивающим камеру и тросы, при подъеме и опускании судов нужно преодолевать только силы инерции, силы трения и жесткость тросов.

Для перемещения камеры в двух машинных будках на верхних поперечных ее фермах расположены четыре приводных механизма (рис. 2 и 3). Каждый из них состоит из подъемного механизма и противоаварийного приспособления.

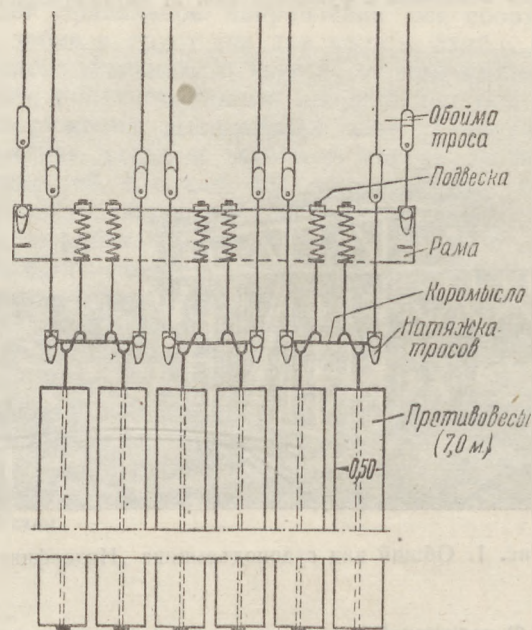


Рис. 5. Схема сопряжения тросов с противовесами

подъемного механизма конической передачей (рис. 6). Каждая пара червячных вогнутых реек укреплена по бокам паза направляющей червячной колонны высотой в 40 м, установленной в средней стойке каркаса. В том же пазу двигаются консоли поперечных балок камеры и червяк, сцепленный с обеими вогнутыми рейками. При нормальной нагрузке на ведущую звездочку между нарезкой червяка и нарезкой червячных реек предусмотрен зазор в 30 мм, по 15 мм сверху и снизу нарезки червяка. В этом случае червяк не касается нарезок реек и никаких усилий на колонну и далее на каркас не передает.

В случае аварии, вызывающей перекося или нарушение равновесия камеры, пружинный буфер ведущей звездочки сжимается, как уже было упомянуто выше, и вся нагрузка передается через червяк на червячную колонну. При полном опорожнении камеры эта нагрузка будет равна весу воды в камере, т. е. 2 700 т, и каждый червяк будет передавать на свою колонну около 700 т. В момент передачи нагрузки на червяк и колонну автоматически выключается ток, включаются тормоза, червяки и ведущие звездочки останавливаются, а камера остается опертой на четыре червячные колонны.

Противоаварийная установка, кроме того, оборудована рядом электрических выключателей тока, которые автоматически вступают в действие, когда нарушается равновесие и двигатель получает дополнительную нагрузку. Если почему-либо отказывают в работе выключатели, выключение тока происходит вследствие перегорания предохранителей в электросети. После восстановления равновесия камеры и противовесов ведущие звездочки и червяки вновь начинают нормально работать.

В связи с изложенным уровень воды в камере должен строго поддерживаться на заданной отметке — подъем воды на 1 см дает дополнительную нагрузку в 10 т. Вблизи щитовых затворов бьефа, описываемых далее, установлены водомерные рейки, регистрирую-

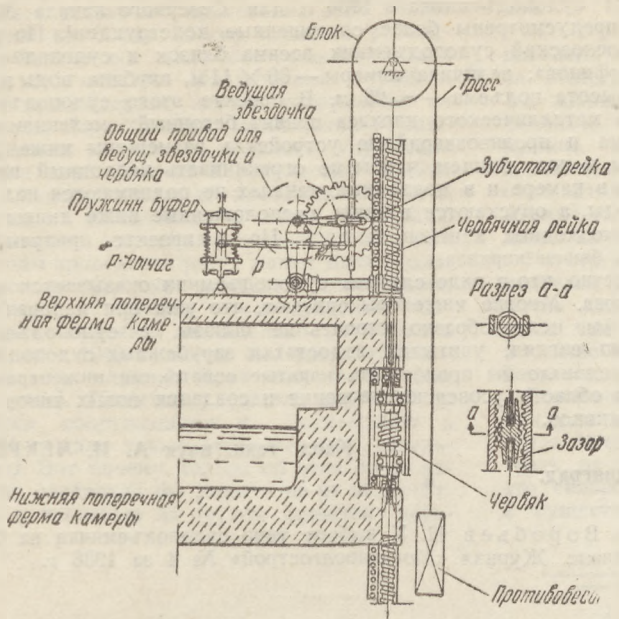


Рис. 6. Подъемный механизм камеры

щие уровень воды в бьефе, а на камере смонтированы автоматические устройства с фотоэлементами для точной остановки камеры по уровню воды бьефа.

ВОРОТА И ОБОРУДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К СУДОПОДЪЕМНИКУ

Подвижная камера судоподъемника и подходные каналы оборудованы плоскими подъемными воротами. Со стороны торцов обоих подходных каналов имеются специальные устройства для упора или прижатия камеры к торцевой стенке бьефа и для уплотнения зазора между ними. При таком оборудовании для ввода судна в подошедшую к бьефу камеру или вывода его в бьеф необходимо: 1) упереть или прижать камеру к торцу бьефа, 2) уплотнить зазор между ними и заполнить этот зазор водой, 3) поднять ворота камеры и бьефа и 4) ввести в нее судно или вывести его.

Приспособление для прижатия камеры к торцевой стенке бьефа расположено на каркасе судоподъемника, с обеих сторон камеры, а его механизмы — в стенке бьефа (рис. 2). Клещи этого приспособления захватывают камеру с двух сторон и прижимают к торцу бьефа. Такой упор передает после открытия ворот камеры и бьефа горизонтальную силу от давления воды (равную примерно 37,5 т) на торцевые стенки подходного канала, ликвидируя действие этой силы на червяки. Упор камеры, кроме того, обеспечивает водонепроницаемое уплотнение между ней и торцом бьефа, так как горизонтальная сила могла бы отжать камеру от торца бьефа.

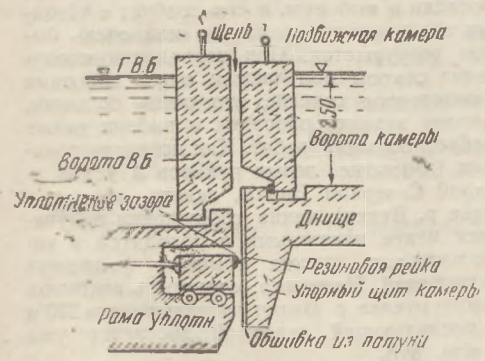


Рис. 7. Схема уплотнения зазора между подвижной камерой и затвором бьефа

креплена резиновая рейка, которая плотно прилегает к латунной накладке торцевого щита камеры. Уплотнение же зазора между самой выдвижной рамой и нишей, где она находится, достигается резиновым листом. Механизмы уплотняющего устройства располо-

жены в торцевой стенке бьефа, причем рама прижимается к камере с помощью 24 пружин давлением в 8 кг/см².

Управление подъемом и опусканием производится с пультов, расположенных на самой камере, у верхних и нижних ворот. Кроме того, есть запасные пульты в машинных будках над камерой. Механизмами на торцах верхнего и нижнего подходных каналов управляют с пультов на подходах у ворот.

Вводятся суда со стороны верхнего и нижнего бьефов при помощи бесконечного троса, приводимого в движение электролебедкой, а выводятся в оба бьефа до концов подходных каналов береговыми электротягачами.

Для обслуживания судоподъемника и управления им нужны два человека: один — провожатый на камере, который управляет распределительным пультом и регулирует перемещение ее, и второй — для обеспечения ввода и вывода судов и закрепления их в камере.

Судоподъемник сопрягается с верхним бьефом канала, проходящим в насыпи, с помощью моста-канала. Перед мостом-каналом есть противоаварийный подъемный щитовой затвор с противовесами; в случае аварии на судоподъемнике затвор может закрыть канал и тем самым предупредить его опорожнение.

НЕДОСТАТКИ КОНСТРУКЦИИ СУДОПОДЪЕМНИКА «НИДЕРФИНОВ»

Особенностью судоподъемника является равномерное расположение тросов и блоков с подшипниками по всей длине камеры, к чему и приспособлена вся конструкция опорных сооружений (рис. 8).

Благодаря этому главные фермы камеры при нормальной работе судоподъемника напряжены незначительно. Напряжения же поперечных ее балок и прочего набора не зависят от способа подвешивания. В случае опорожнения камеры главные фермы последней работают как балки на двух опорах, так как при этом перевес противовесов, равный 2700 т, передается опорным червячным колоннам через червяки. Поэтому главные фермы камеры необходимо рассчитывать как балки на двух опорах при равномерно распределенной нагрузке величиной в 2700 т, или 63% всего веса противовесов.

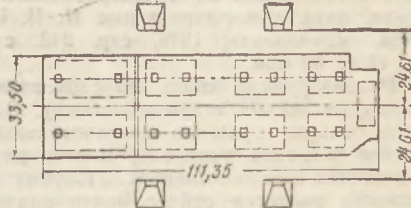
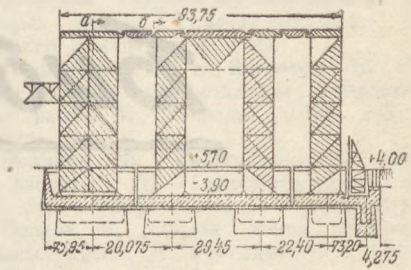
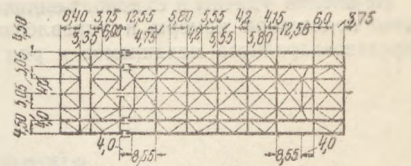


Рис. 8. Схематическое изображение подпорных конструкций судоподъемника с противовесами

Таким образом расчет главным ферм камеры зависит от местонахождения опорных червячных колонн. В связи с этим представляется нецелесообразным наличие восьми башен каркаса; достаточно четырех башен, расположенных в четвертных точках длины главных ферм камеры (рис. 9). Это дало бы значительные экономические преимущества даже в том случае, если бы элементы главных ферм камеры получились более тяжелыми. Совершенно ясно, что чем сосредоточеннее передаются силы от камеры на опорные конструкции, тем меньше расход материала для этих башен.

Выгодно было бы также добиться уравновешивания камеры четырьмя противовесами в четырех точках ее длины, так как при этом получается наименьшая ширина башен. Но изменение направления сил при помощи одного или нескольких шкивов технически невыполнимо, поэтому размеры четырех башен на обеих сторонах камеры зависят от распределения нужного числа блоков с их подшипниками.

В судоподъемнике «Нидерфинов», как уже упоминалось, необходимо было распределить 256 подшипников для 128 блоков, причем нагрузка на цапфу допускалась в 47,5 т. Описанная здесь сложная система каркаса обусловлена главным образом принятым распределением большого числа блоков и подшипников. При четырех башнях достаточно иметь 84 блока с наибольшей нагрузкой на цапфу в 76 т; нынешнее состояние техники вполне допускает такую нагрузку.

ку. Подшипники для сокращения фронта можно располагать в шахматном порядке. ●

Башни, изображенные на рис. 9, в статическом отношении принадлежат к простейшим сооружениям; в связи с этим не только расчет сил, по которым подбираются сечения, но и определение величин деформаций не представляет трудностей.

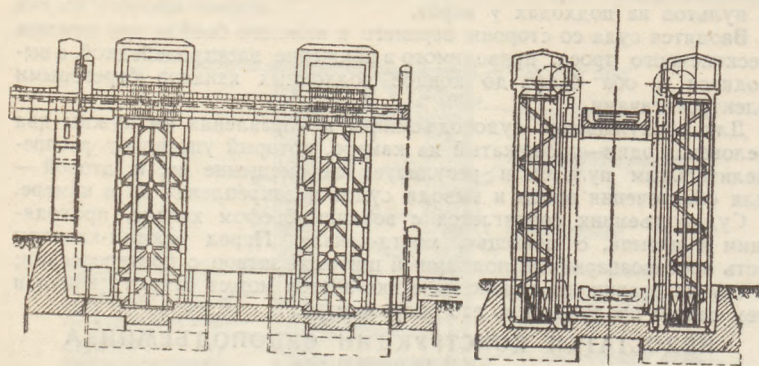


Рис. 9. Судоподъемник с противовесами, сосредоточенными в четырех башнях

Не вполне удачны в судоподъемнике «Нидерфинов» также устройство подвижной камеры и управления, разъединение подъемного и противоаварийного механизмов и ряд деталей.

Советские инженеры уже давно выявили многие из недостатков существующих немецких судоподъемников. Так, при разработке проекта судоподъемника в 1935 г. для Северного канала Москвы были предусмотрены более совершенные конструкции¹. По размерам московский судоподъемник весьма близок к судоподъемнику «Нидерфинов»: величина камеры — 80×11 м, глубина воды в ней — 2 м, высота подъема — ~ 26 м. В проекте этого судоподъемника вместо металлического каркаса принят бетонный; механизмы для подъема и противоаварийные устройства размещены ниже днища камеры и под днищем, чтобы не ограничивать надводный габарит; ворота в камере и в подходных каналах не поднимаются над уровнем воды, а опускаются в ниши, расположенные ниже днища камеры и подходных каналов, и т. д. Но в проекте предусмотрены восемь башен каркаса.

Известно, что в ряде случаев судоподъемник оказывается дешевле шлюза. Многие инженеры считают, что уже при напорах выше 15—20 м целесообразно строить не шлюзы, а судоподъемники. На наш взгляд, учитывая недостатки зарубежных судоподъемников, следовало бы продолжить начатые советскими инженерами работы в области усовершенствования и создания новых типов судоподъемников.

Канд. техн. наук А. И. ЧЕКРЕНЕВ.

г. Ленинград.

¹ См. Воробьев Н. К выбору типа судоподъемника на Северном канале. Журнал «Москвоволгострой» № 4 за 1936 г.

Библиография



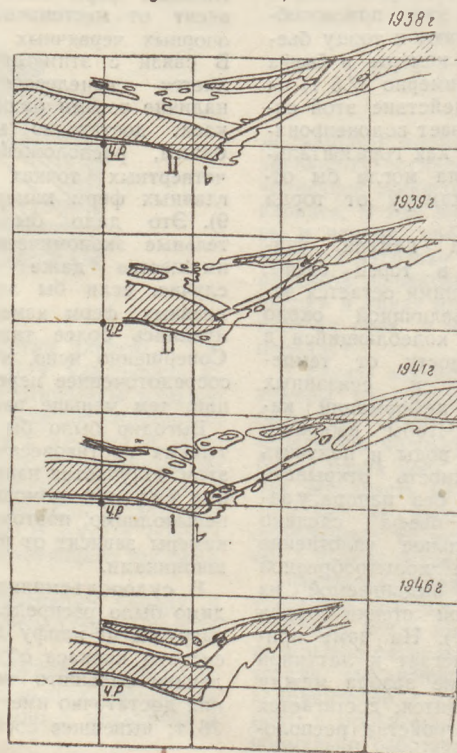
ХОРОШЕЕ РУКОВОДСТВО

«Руководство для производителя выправительных работ». Канд. техн. наук инж. путей сообщения Л. П. Лавринович и канд. техн. наук инж.-гидротехник Н. Н. Варламов. «Речиздат», 1946, стр. 243, с илл., ц. 12 р. 60 коп.

Рецензируемая книга написана очень хорошо, на весьма актуальную тему. Вышедшие раньше труды по выправительным работам частично устарели, имеют ряд неточностей и даже ошибок. Поэтому новая книжка является сейчас почти единственным практическим руководством в этой области. В ней разобраны организация работ, их производство и отчетность, приведено много примеров успешного выполнения работ. К сожалению, авторы недостаточно подробно осветили рассадочные и легковыправительные работы и допустили несколько неудачных мест, которые следовало бы исправить в следующем издании.

На рис. 57 приведен разрез тьюяка с двумя слоями хвороста, причем один из верхних канатов лежит внутри слоя хвороста. Как указывают сами авторы, такие тьюяки менее прочны, чем тьюяки с неутепленными канатами. Однако последним авторы уделяют меньше внимания, ограничиваясь фотографией, которая, конечно, менее ясна, чем чертеж. Следовало бы сделать больший упор в тексте на основной тип тьюяка (с нечетным числом слоев хвороста, с неутепленными в тело тьюяка канатами) и дать соответствующий чертеж.

Совмещенные планы
2-го Каракульского переката



На стр. 124 речь идет о постройке сооружений из рефулированного грунта с укреплением их тьюяками или мостовой. На наш взгляд, их следовало бы рекомендовать главным образом для спокойных мест. Наблюдения показали, что даже небольшой подпор для этих сооружений губителен. В силу большой фильтрации песок из их тела выносит, в сооружении образуются просадки и выбоины, и оно требует ежегодных значительных ремонтов или очень быстро разрушается. При возведении сооружения откосы получаются очень пологими и поперечное сечение его очень большим, поэтому заделка просадок и выбоин также требует больших работ. Как показала практика (закрытие левых рукавов в устье р. Малой Северной Двины, левого рукава в устье р. Вятки), такие сооружения получают менее надежными и обходятся в несколько раз дороже обычных фашинных сооружений. Например, стоимость закрытия левого рукава р. Вятки протяжением в 280 м с последующей заделкой достигает уже 2 млн. руб.

На стр. 49—51 и 187—190 без всяких оговорок рекомендуются сооружения системы инж. А. И. Лосиевского. Между тем при этой системе в силу колебаний горизонтов невозможно выполнить требование, чтобы сооружение было все время затоплено на одну треть высоты. Поэтому сооружения инж. Лосиевского практически большого эффекта не дают и широкого при-

менения не получили. На стр. 50 приведен пример успешного применения этих сооружений на Каракульском перекате р. Вятки. Фактически дело обстоит не совсем так, как описано. Построенные в 1939 г. под руководством автора сооружения на Втором Каракульском, Волковском и Вишкильском перекатах должного улучшения их не дали. Второй Каракульский перекат был нормирующим до производства работ, в год их выполнения и после окончания. Некоторое улучшение состояния переката в годы проведения работ может быть объяснено не столько палинием сооружения, сколько усиленным землечерпанием. Состояние переката значительно улучшилось только в 1942 г., когда был разработан новый ход, идущий через сооружение (см. рисунок). Попытки улучшить перекаты р. Вятки сооружениями т. Лосиевского в 1944 г. дали также отрицательные результаты. Вот почему, говоря об этих сооружениях, следовало бы указать на их недостатки, в частности на то, что остается не-

шенным вопрос о высоте гребня сооружения.

На стр. 196—199 без всяких оговорок рекомендуются щетки системы ниж. Щукина. Между тем весьма широкое применение их, например на р. Вятке в 1942/1943 г., показало, что они очень непрочны, менее прочны, чем простые плетни, и их можно применять только в очень спокойных местах. Столь же недолговечны и рекомендуемые на стр. 211—212 ветвистые заграждения на опорных рамах.

На стр. 201—202 предлагаются фашинно-кольевые сооружения. Применение их на Вятке дало еще более плачевные результаты, чем использование щеток Щукина, и сейчас от них на Вятке совершенно отказались.

Говоря о турах (стр. 204), авторы рекомендуют для предупреждения выпадания груза заплетать торцевые стойки на одну треть их высоты. Как показала практика, это сильно усложняет изготовление тур, а существенного значения не имеет, так

как при опускании и загрузке тур они всегда пригибаются и груз без заплетания торцев не вываливается.

Для елочных завес авторы рекомендуют брать елки длиной в 5—7 м (стр. 208). Такие большие елки требуют очень больших грузов, и осложняется работа по опусканию их, что часто ведет к плохому выполнению сооружений. Значительно эффективнее употребление елок длиной в 3—5 м.

На стр. 216 рекомендуются завесы из хворостяных матов. На наш взгляд, следовало бы указать, что уже при средних скоростях течения эти маты может уложить на дно и занести песком.

В целом книжка заслуживает большого внимания и широкого распространения. Ее можно рекомендовать для проектировщиков и производителей работ.

Гл. инж. Вятского технического участка
Г. А. БОРОДЗИЧ

г. Киров

НОВЫЕ КНИГИ ПО ВОДНОМУ ТРАНСПОРТУ*

ПОРТЫ И ПРИСТАНИ

Воеводин Н. Пловучие краны. М., Речиздат, 1947, 308 стр. с илл., 4 л. черт.

Ермаков С. Руководство нормирования погрузочно-разгрузочных работ. М., Речиздат, 1946, 119 стр. с табл. и граф., 4 л. табл.

Рациональные методы выгрузки дров. М., Речиздат, 1947, 6 стр. с илл. (Мин. реч. флота СССР. Бюро изобретательства).

Рейнгольдт Ю. Электрическое оборудование подъемно-транспортных машин. М., Речиздат, 1946, 400 стр. с илл.

Семенов А. Техническая эксплуатация подъемно-транспортного оборудования. М., Речиздат, 1946, 299 стр. с илл.

Справочник норм и расценок на портовые гидротехнические работы. М.-Л., «Мор. транспорт», 1946, 70 стр. (Мин. мор. флота СССР).

ВОДНЫЕ ПУТИ

Абрамович Д. Река Пахра как пример малых рек Московской области. М.-Л., изд-во Акад. наук СССР, 1946, 51 стр. с илл. (Ак. наук СССР. Труды Института географии. В. XXXVIII).

Алексеев В. Устройство и применение вех. М.-Л., «Мор. транспорт», 1946, 56 стр. с илл.

* По материалам ЦНТБ МРФ СССР.

Берг Л. Открытие Камчатки и экспедиция Беринга. 1725—1742. М.-Л., Издат. Акад. наук СССР, 1946, 379 стр. с илл., 10 л. карт.

Бернштейн-Коган С. Вышневолоцкий водный путь. М., Речиздат, 1946, 69 стр. с илл., 1 л. карт.

Близняк Е. и Никольский В. Гидрология и водные исследования. М.-Л., Речиздат, 1946, 428 стр. с илл., 2 л. черт.

Доманевский Н. Руководство для багермейстера землечерпательного снаряда. М., Речиздат, 1946, 296 стр. с илл.

Доманевский Н. Руководство для начальника эксплуатационной изыскательской партии. М., Речиздат, 1946, 319 стр. с илл.

Инструкция о порядке премирования плавосостава и береговых работников технического, дноуглубительного флота и технических участков пути. М., «Мор. транспорт», 1946, 7 стр. (Мин. мор. флота СССР).

Калинович Б. Основы теории помп дноуглубительных снарядов. М., Речиздат, 1946, 57 стр. с илл.

Караушев А. Турбулентная диффузия и метод смешения. Под ред. проф. В. М. Маккавеева. Л., Гидрометеиздат, 1946, 82 стр. с илл.

Лавринович Л. Работа дерева в гидротехнических сооружениях. М., Речиздат, 1947, 48 стр. с илл.

Морские гидрометеорологические прогнозы. М.-Л., Гидрометеиздат, 1946, 209 стр. с карт., 1 л. граф.

Лавринович Л. и Варламов Н. Руководство для производителя выправительных работ. М., Речиздат, 1946, 243 стр. с илл.

Поляков Б. Гидрологический анализ и расчеты. Л., Гидрометеиздат, 1946, 480 стр. с граф. и карт., 4 л. граф. и карт.

Попков И. Общая логия внутренних водных путей. М., Речиздат, 1946, 354 стр. с илл.

Попов Б. и Идашкин С. Опыт подводного бетонирования. М., Стройвоенмориздат, 1946, 60 стр. с илл.

Правила гидрографической службы. № 13. Пловучие средства навигационного оборудования — вехи. М., Изд-во Гидрогр. упр. ВМС, 1946, 90 стр. с илл., 1 л. черт.

Феденко И. Волга — великая русская река. М.-Л., Детгиз, 1946, 127 стр. с илл., 1 карта.

Феденко И. Путеводитель Москва — Астрахань. М., Речиздат, 1946, 52 стр. с илл.

Феденко И. Путеводитель Москва — Горький. М., Речиздат, 1946, 38 стр. с илл.

Швец Г. Распределение стока рек УССР по сезонам и месяцам. Киев, изд. Ак. наук УССР, 1946, 103 стр. с черт., на укр. яз.

Щербаков М. Маячные ацетиленовые фонари и маячная ацетиленовая аппаратура. 2-е изд., испр. и доп. М.-Л., «Мор. транспорт», 1946, 96 стр. с черт.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: П. В. Черевко (ответств. редактор), Б. П. Арефьев, И. Е. Гецов, В. В. Звонков, И. А. Иттенберг, Л. П. Лавринович, Н. А. Лукьянов, В. Е. Ляхницкий, П. С. Мстиславский (зам. ответств. редактора), С. М. Румянцев.

Сдано в производство 15/V 1947 г.	Подп. к печати 18/VI 1947 г.	Изд. № 62/п.	Цена 3 р. 50 к.	Зак. тип. 284
Л95066	3 печ. л.	7 уч.-изд. л.	93000 зн. в печ. л.	60 × 92/8
Тираж 3000 экз.				

Набрано в 13-й тип. треста «Полиграфкнига» ОГИЗа при Совете Министров СССР. Москва, Денисовский, 30.

Отпечатано с набора в 1-й типографии Речиздата. Москва, Кожевническая ул., д. 1-6. Зак. 692.

