

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА В 30-Х ГОДАХ XX ВЕКА В СССР

Введение. Изучение физических свойств льда и снега, несмотря на обилие этого природного материала в нашей стране, началось в России намного позже, чем в зарубежных странах. Первые исследования, в первую очередь механических свойств льда, были выполнены в связи с практическими запросами, связанными с проектированием ледоколов и ледяных железнодорожных переправ. В ранее опубликованных работах автора¹ показано, что изучение механических свойств льда было связано с возможностью использования экспериментаторами технических средств механических лабораторий. Только определение прочности льда на изгиб допускало возможность применения достаточно простых экспериментальных установок, которые могли быть изготовлены экспериментаторами самостоятельно, например, испытательный станок Б.П. Вейнберга, созданный в 1911 году в Томске. Определение прочности льда при других видах деформации требовало использования специальной техники: прочность на раздробление — мощных прессов, прочность на растяжение — машины Михаэлиса и специально приготовленных ледяных образцов². Это обстоятельство резко сужало возможность проведения исследований, т. к. механические лаборатории в начале XX века имелись в распоряжении небольшого количества высших инженерных учебных заведений, а также в системе железнодорожного транспорта. Поэтому до революции было выполнено относительно небольшое число исследований физических, в основном прочностных, свойств ледяного покрова.

В первое послереволюционное десятилетие работы по изучению механических свойств льда были продолжены на Волге Б.Н. Сергеевым³ (1921), на Балтийском море В.И. Арнольд-Алябьевым⁴ (1923, 1927, 1928)

¹ Сазонов К.Е. Первые исследования прочностных свойств льда в России для нужд ледоколостроения // Вопросы истории естествознания и техники. 2023. Т. 44. № 1. С. 20–36; Он же. Исследования прочностных свойств льда в дореволюционной России // Вопросы истории естествознания и техники. 2025. Т. 46. № 4. С. 601–616.

² Сазонов К.Е. Исследования прочностных свойств льда... С. 607–608, 611–612.

³ Сергеев Б.Н. Устройство зимней переправы вагонов по льду и работа ледяного слоя под действием нагрузки // Ледяные переправы. 18-й сборник отдела инженерных исследований. М., 1929. С. 5–35.

⁴ Арнольд-Алябьев В.И. Исследование прочности льда Финского залива в 1923, 1927 и 1928 гг. // Известия Главной геофизической обсерватории, 1929. Вып. 1. С. 15–28; Он же. О методах исследования льдов Финского залива с ледоколов // Журнал геофизики и метеорологии. 1925. Вып. 1. С. 80–87.

⁵ Пинегин В.Н. Предварительное сообщение об исследовании прочности речного льда в связи с температурными изменениями // Сообщения о научно-технических работах в Республике. 1924. XII, 12–14. С. 1–2; Он же. Об изменении модуля упругости и коэффициента Пуассона у речного льда при сжатии // Наука и техника. Одесса, 1927. № 3–4. С. 1–6.

и в Сибири профессором В.Н. Пинегиным⁵ (1922–1925), П.С. Сарапкиным⁶ (1926) и А.Ю. Педдером⁷ (1925–1928). При проведении указанных работ Б.Н. Сергеев использовал мощности механической лаборатории для испытания строительных материалов Рязанско-Уральской железной дороги, В.И. Арнольд-Алябьев — механической лаборатории Института инженеров путей сообщения в Ленинграде, а В.Н. Пинегин — механической лаборатории Томского технологического института. П.С. Сарапкин и А.Ю. Педдер проводили исследования только прочности льда на изгиб, для чего использовали приборы, аналогичные прибору Б.П. Вейнберга.

Масштабные исследования ледовых (или природных) условий Арктики, выполненные СССР в 30-х годах прошлого века, потребовали развития методов и технологий исследования различных свойств льда. Данная работа посвящена истории развития некоторых из этих методов и технологий. Материал, изложенный в работе, базируется на анализе научной периодики того времени, а также на архивных документах Центрального государственного архива научно-технической документации Санкт-Петербурга (фонд Р-369).

Прочностные свойства льда. Для развития исследований прочностных свойств льда необходимо было разработать приборы для их определения *in situ*. Такая работа велась на протяжении всех 1930-х годов.

Одно из первых исследований прочностных свойств льда в указанный период было выполнено в 1929–1930 годах А.И. Дубравиным⁸. В указанные годы он, будучи студентом кораблестроительного отделения Ленинградского политехнического института, проходил практику на пароходе «Ставрополь», который был вынужден остаться на зимовку в Чукотском море. Во время зимовки он решил исследовать прочностные характеристики льда, для чего спроектировал и изготовил в мастерских судна соответствующее испытательное оборудование (рис. 1).

В этой работе наибольший интерес представляет сконструированный А.И. Дубравиным рычажный пресс. Созданное в кустарных условиях устройство не могло обеспечить большие усилия, на нем можно было испытывать лишь кубические образцы льда с размером ребра 3 см. По-видимому, именно это оборудование А.И. Дубравин использовал для проведения экспериментов во время Таймырской гидрографической экспедиции 1932 года. К сожалению, его экспериментальные данные в 1930-е годы не были опубликованы,

⁶ Сарапкин П.С. К характеристике физических свойств воды, снега и льда соленого озера Карачи и пресного озера Узул-Куля // Омский медицинский журнал. 1928. № 3. С. 41–48.

⁷ Педдер А.Ю. Наблюдения над крепостью льда реки Ангары // Журнал геофизики и метеорологии. 1929. Т. VI. Вып. 1. С. 69–76.

⁸ Дубравин А.И. Колымский рейс парохода «Ставрополь» (1929–1930): Воспоминания участника плавания. Магадан, 1983. 135 с.

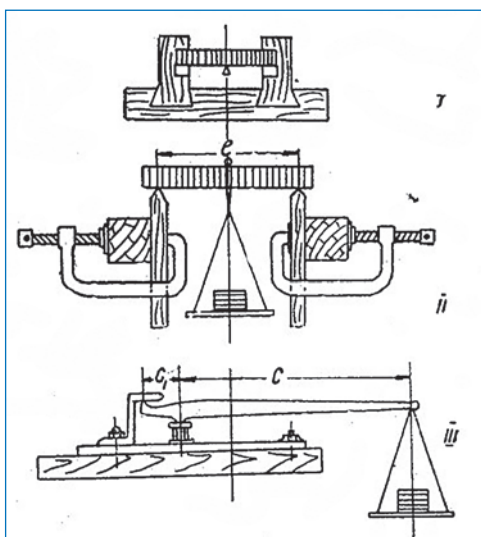


Рис. 1. Приспособления А.И. Дубравина для исследований механических свойств льда
(Дубравин А.И. Колымский рейс парохода «Ставрополь» (1929–1930): Воспоминания участника плавания. Магадан: Кн. изд-во, 1983. С. 101)



Рис. 2. В.И. Арнольд-Алябьев в каюте на ледокольном пароходе «Малыгин» в 1934 году
(ЦГАКФФД. Оп. 1ВР-6. Ед. хр. 56414)

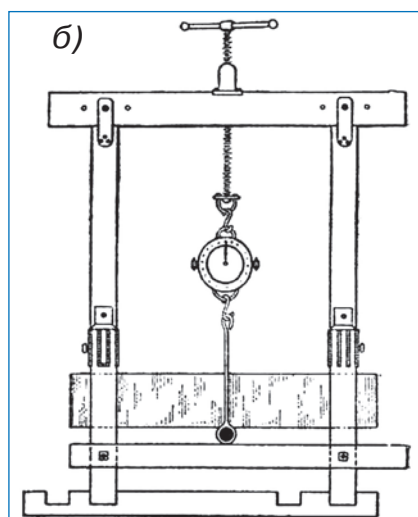
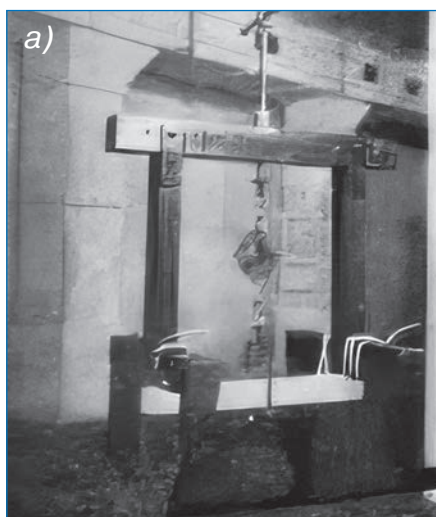


Рис. 3. Станок В.И. Арнольд-Алябьева для определения прочности льда на изгиб:
а — внешний вид (Арнольд-Алябьев В.И. Ледовая служба и Ленинградская ледовая станция Ленингр. Областного Управления единой гидрометеорологической службы. Доклад на IV гидрологической конференции Балтийских стран. Л., 1933. № 76. Отдельный оттиск. С. 4); б — схема (Верещагин Г.Ю. Работы Байкальской лимнологической станции по изучению ледяного покрова Байкала // Труды Байкальской лимнологической станции. Т. IX. 1939. С. 19)

хотя и были известны ряду исследователей. На них ссылался, например, В.С. Назаров⁹.

Наибольший прогресс в исследованиях прочности льда на изгиб был достигнут на рубеже 1930-х годов, когда В.И. Арнольд-Алябьев (рис. 2) разработал переносной складной станок для проведения экспериментов (рис. 3). Станок был изготовлен из дерева. Для определения разрушающей нагрузки был использован динамометр с овальной пружиной. Опоры для ледяного бруска и ломающее его ребро изготовлены из твердых пород дерева. Станок имел рабочий пролет 40 см и был рассчитан на испытание образцов льда с поперечным сечением 6×6 см¹⁰. Станок Арнольда-Алябьева получил довольно

широкое распространение. Сам автор его использовал во время своих арктических экспедиций в 1929, 1930, 1932 и 1934 годах.

Развитие массовых исследований прочностных свойств льда сдерживалось отсутствием достаточно мощного, при этом компактного и легкого пресса, с помощью которого можно было бы проводить испытания образцов льда на сжатие (раздробление). Не удивительно, что вопрос о создании такого пресса стал одной из тем работ созданного в Всесоюзном арктическом институте (ВАИ) Ледоисследовательского бюро. В заметке 1935 года Д.В. Диденко пишет: «...научный сотрудник, работавший над конструированием специального пресса и выяснения методик измерения прочности льда, также справился с возложенной на него задачей; пресс готов и испытан»¹¹.

⁹ Назаров В.С. Свойства льда и его проходимость кораблями // Морской сборник. 1941. № 11–12. С. 73–78.

¹⁰ Арнольд-Алябьев В.И. Ледовая служба и Ленинградская ледовая станция Ленингр. Областного Управления единой гидрометеорологической службы. Доклад на IV гидрологической конференции Балтийских стран. Л., 1933. № 76. Отдельный оттиск. С. 4.

¹¹ Диденко Д.В. Работа ледотехнического бюро // Бюллетень Арктического института СССР. 1935. № 7. С. 192.

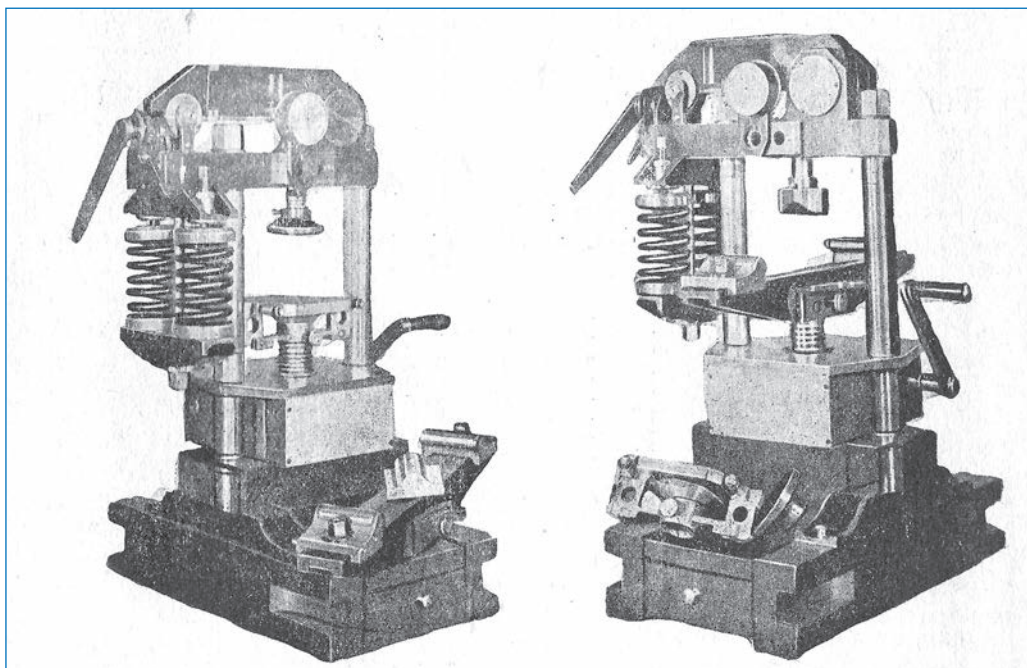


Рис. 4. Пресс для испытаний льда на сжатие (слева) и на изгиб (справа) (Витман Ф.Ф., Шандриков Н.П. Некоторые исследования механической прочности льда // Труды Арктического института. 1938. Т. 110. С. 87)

Более подробно последовательность создания пресса описана в статье Ф.Ф. Витмана и Н.П. Шандрикова¹², которая была опубликована в 1938 году в Трудах ВАИ. Из этой статьи следует, что работа над созданием пресса началась, по-видимому, задолго до организации Ледоисследовательского бюро по инициативе сотрудника Физико-технического института (ФТИ) И.Г. Факидова. В проектировании устройства принимали участие сотрудники ФТИ и ВАИ, подробная разработка конструкции пресса, его расчет и наблюдение за созданием были осуществлены конструктором В.С. Аверкиевым. Авторы разработки сформулировали ряд требований, которым должно удовлетворять изделие. Важнейшими из них были требования по усилию, развиваемому прессом, оно должно было быть равно 2 т. Кроме этого, пресс должен был быть приспособлен для испытания образцов на изгиб, работать с задаваемой скоростью деформации, иметь точность измерения усилий 0,1 % от максимальной нагрузки, а также быть разборным и относительно легким. В 1935 году пресс был изготовлен в мастерских Уральского физико-технического института (рис. 4) и прошел проверку в том же году во время арктического плавания ледореза «Ф. Литке». Судя по всему, из-за сложности конструкции и изготовления пресс не получил массового распространения, но тем не менее его создание является важным шагом в развитии экспериментальной техники.

В том же выпуске Трудов ВАИ опубликована статья В.С. Назарова¹³, посвященная исследованиям механических свойств льда на полярной станции о. Уединения в 1935–1936 годах. Особенностью этих исследований было то, что при их проведении впервые, по крайней мере в отечественной практике, было выполнено изучение ударной нагрузки на лед. Для проведения этих

экспериментов В.С. Назаровым был сконструирован и изготовлен маятниковый копер, что позволило выполнить исследования поведения льда при ударе в зависимости от различных факторов, в первую очередь от температуры.

Одной из причин снижения точности экспериментов по определению прочностных свойств льда было нарушение геометрии образцов при их ручном изготовлении. Рационализаторская мысль полярников позволила в какой-то мере найти решение этой проблемы. Б.П. Брунс¹⁴ указывает, что в 1936/37 году на ряде полярных станций стали применять для изготовления образцов две круговые пилы, насаженные на один вал. Это позволило получать образцы с параллельными гранями.

Хотя в 1930-е годы, как это следует из вышеизложенного, наблюдался определенный прогресс в создании приборов для исследования механических свойств льда, их общее количество было еще очень мало, что не позволяло получить необходимый объем данных и установить некоторые общие закономерности. Это обстоятельство весьма волновало профессора Б.П. Вейнберга, который в 1936 году предложил простой способ определения прочности льда на изгиб с помощью... кирпичей¹⁵. Для определения изгибной прочности он предложил выпиливать из ледяного покрова две консольные балки, которые нагружаются кирпичами. Первая балка нагружается целыми кирпичами и служит для ориентировочного определения разрушающей нагрузки, вторая — для более точного определения нагрузки, для чего используются половинки кирпича.

Заканчивая раздел, посвященный исследованиям прочностных свойств льда, необходимо указать еще две работы, которые заложили основы будущих технологий изучения ледяного покрова и его воздействия на инженерные сооружения. В 1939 году в журнале «Про-

¹² Витман Ф.Ф., Шандриков Н.П. Некоторые исследования механической прочности льда // Труды Арктического института. 1938. Т. 110. С. 101–108.

¹³ Назаров В.С. К изучению свойств морского льда // Труды Арктического института. 1938. Т. 110. С. 83–100.

¹⁴ Брунс Б.П. Наблюдения над процессами образования и таяния льда // Труды Арктического института. 1937. Т. 83. С. 78.

¹⁵ Вейнберг Б.П. Об изучении сопротивления льда на излом в естественных условиях // Метеорология и гидрология. 1936. № 11. С. 89–90.

блемы Арктики» была опубликована небольшая заметка Б.П. Панова «Ледовый динамометр». В этой заметке очень кратко рассказывалось о конструировании по заказу Гидрографического института Главсевморпути автором заметки, В.В. Кузнецовым, и конструктором ГГИ О.К. Авиловой ледового динамометра. Это устройство должно было измерять ледовое давление на различные инженерные объекты. Автор пишет: «Прибор может быть вделан в стенку мола, в устои моста или вставлен в иллюминатор ледокола»¹⁶. При разработке динамометра были предприняты меры для обеспечения возможности измерений весьма высоких ледовых давлений, а также его герметичности и возможности удаленного снятия показаний. Эту разработку можно считать первым шагом в создании ныне широко применяемых систем мониторинга ледовых нагрузок.

Еще одна развившаяся в дальнейшем технология была предложена в работе В.Л. Цурикова¹⁷ 1940 года. В ней описывается примененный им в 1938 году на озере Байкал способ определения напряжений во льду. Им был создан простой прибор, основной частью которого была камера от футбольного мяча, замороженная в ледяной покров. Эта камера соединялась с манометром, что позволяло регистрировать изменение давления в ней. В своей работе автор приводит не только полученные им результаты изменения давления в зависимости от температуры, но и описывает различные поправки, вносимые в результаты для учета влияния атмосферного давления и теплового расширения воздуха.

Определение толщины ледяного покрова. Толщина ледяного покрова является одной из важнейших его характеристик, которая во многом определяет характер протекания различных физических процессов. Именно поэтому ее изучению всегда уделялось большое внимание. Казалось бы, измерение этого параметра ледяного покрова не должно было вызывать никаких затруднений. Тем не менее задача оказалась достаточно сложной, причем количество проблем и затраченных усилий оказалось прямо пропорционально толщине льда. Дело в том, что для того, чтобы измерить толщину льда, необходимо извлечь фрагмент ледяного покрова из воды либо пробить в нем отверстие, в которое можно вставить измерительный инструмент. И то, и другое требует больших затрат усилий и времени. В литературе приводятся следующие данные о производительности работ по промеру льда. Один человек в течение дня, работая обычной пешней, может прорубить 30–40 лунок, а при толщине льда более 1 м – 10–15 лунок¹⁸. Поэтому измерения толщины льда часто осуществляли по кромке канала, проложенного ледоколом. В качестве измерительного инструмента использовалась Г-образная линейка, позволяющая зафиксировать нижнюю поверхность льда.

В 30-е годы прошлого столетия неоднократно предпринимались попытки разработки технологий определения толщины ледяного покрова. Еще в 1931 году на Особой комиссии ВАИ в составе представителей Ученого совета и дирекции В.Ю. Визе в качестве одной из важнейших задач при исследовании свойств ледяного покрова указывал разработку новых методов определе-

ния его толщины. Он говорил: «Лаборатория (гидрологическая. — К. С.), кроме того, занята новым вопросом об изучении физического свойства морского льда, что имеет практическое значение для работы ледоколов, применяется новый способ определения физических свойств льда при помощи радиоволн, в Арктическом институте имеется сотрудник, изготавливающий приборы для определения мощности льдов как в океане, так и на островах и материках»¹⁹.

В реальности создаваемые в 1930-е годы технологии развивались по трем направлениям: разработка технических средств для быстрого сверления отверстий во льду; создание приборов, фиксирующих процесс нарастания льда; методы определения толщины с движущегося судна. Ниже приводятся некоторые примеры этого развития. Очень часто это были «рационализаторские» предложения зимовщиков полярных станций или участников арктических экспедиций, которые далеко не всегда фиксировались в виде заметок в журналах или упоминались вскользь при описаниях основных результатов исследований.

Так, в заметках Е.К. Федорова²⁰ и В.П. Мелешко²¹, опубликованных в 1935 году и посвященных зимовке на полярной станции Мыс Челюскина в 1934/35 году, упоминается о создании главным механиком станции В.А. Шаломоуном бура с бензиновым мотором, который, по свидетельству В.П. Мелешко, позволил очень быстро выполнить работы по промеру льда.

В заметке 1939 года И.А. Соловьева описывается и приводится чертеж «ручного ледоруба», который представляет собой ручной коловорот. Автор заметки отмечает, что применение ледобуров не является новым, «но почему-то многие утверждают, что ледобуры не дают желательного эффекта»²². Он объясняет такое отношение к ледобурам неправильной заточкой инструмента. По утверждению И.А. Соловьева, предложенный ледобур существенно повысил производительность труда. Один человек с его помощью за один день при средней толщине льда 1,2 м пробуривал 150–300 лунок.

Ледовый бур был необходим не только для выполнения промеров толщины льда. В нем крайне нуждались взрывотехники, при работах по разрушению ледяного покрова с целью обеспечения движения судов. Поэтому разработка подобного бура стало одной из тем Ледотехнического бюро, об этом пишет в 1935 году взрывотехник В.К. Гордеев²³. В его заметке дается описание созданного в ВАИ электробура (в состав бура входила электродрель) и приводится его фотография. Бур имел диаметр больше 100 мм и мог создавать отверстия во льду толщиной 2–3 м за 1–2 минуты. Общий вес станка составлял 40–60 кг. К месту бурения он доставлялся в разобранном виде, сборка занимала несколько минут. По всей видимости, образец получился не совсем

¹⁹ Центральный государственный архив научно-технической документации Санкт-Петербурга. Ф. р-369. Оп. 1-1. Д. 53. Л. 9.

²⁰ Федоров Е.К. Научная работа на полярной станции мыса Челюскина в зимовку 1934/35 года // Бюллетень Арктического института СССР. 1935. № 10. С. 333–335.

²¹ Мелешко В.П. Гидрологические работы на полярной станции мыса Челюскина // Бюллетень Арктического института СССР. 1935. № 10. С. 335–337.

²² Соловьев И.А. Опыт применения ручного ледоруба при промерах со льда // Метеорология и гидрология. 1939. № 2. С. 117.

²³ Гордеев В.К. Значение бурения льда для применения взрывной техники // Бюллетень Арктического института СССР. 1935. № 11. С. 377–378.

¹⁶ Панов Б.П. Ледовый динамометр // Проблемы Арктики. 1939. № 10–11. С. 142–143.

¹⁷ Цуриков В.Л. О новом методе изучения внутренних напряжений ледяного покрова // Проблемы Арктики. 1940. № 1. С. 107–111.

¹⁸ Соловьев И.А. Опыт применения ручного ледоруба при промерах со льда // Метеорология и гидрология. 1939. № 2. С. 116.

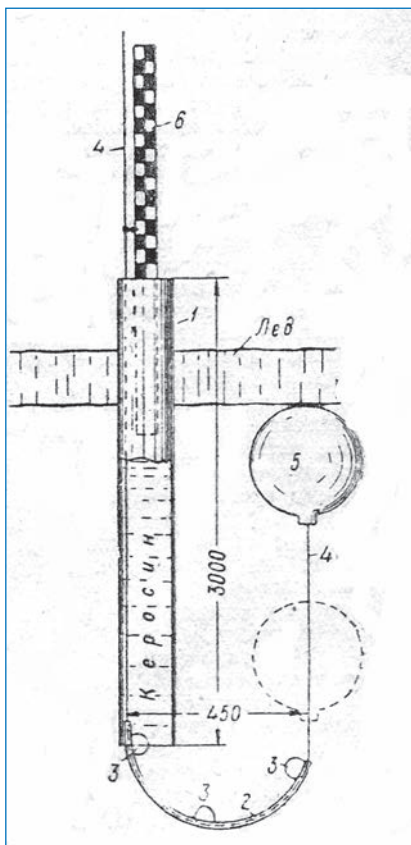


Рис. 5. Поплавковый ледомер.

1 — железная труба; 2 — V-образное колено; 3 — ролики; 4 — стальной тросик; 5 — металлический шар-поплавок; 6 — рейка (Чаплыгин Е. Поплавковый ледомер // Проблемы Арктики. 1940. № 1. С. 111)

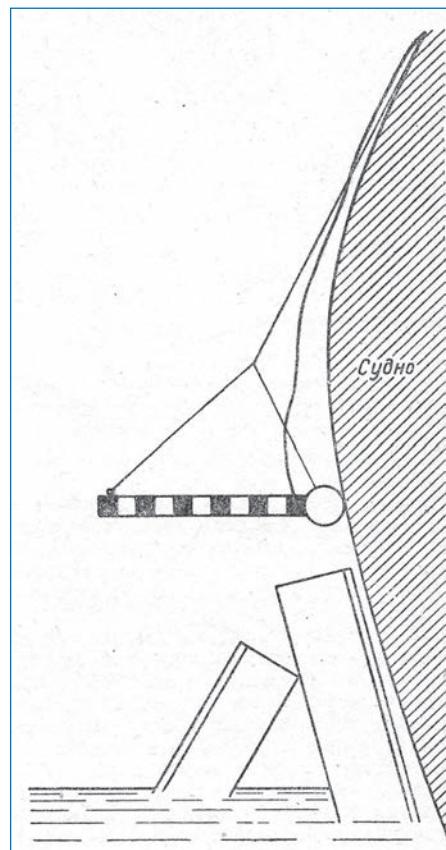


Рис. 6. Схема расположения измерительной рейки у борта судна (Арнольд-Алябьев В.И. Об измерении толщины льда с борта на ходу // Метеорология и гидрология. 1938. № 11/12. С. 151)

удачным, т. к. найти какие-либо упоминания о его использовании не удалось.

Проблема изучения закономерностей нарастания льда на различных акваториях в зависимости от гидрометеорологических факторов привела к созданию некоторых интересных технических устройств. Примером такого устройства может служить поплавковый ледомер (рис. 5), который использовался на полярной станции Югорский Шар в течение пяти месяцев в 1938/39 году. Е. Чаплыгин, автор заметки, в которой описан поплавковый ледомер, считает: «Опыт рационализаторов должен быть проверен и распространен на всю сеть полярных станций»²⁴.

Особый интерес представляют работы В.И. Арнольд-Алябьева по методам определения толщины льда с движущегося судна. Этими работами он занимался с 1922 года. Информация о толщине льда, преодолеваемого судном, была ему необходима для построения ледовых профилей по трассе движения судна.

Для повышения точности наблюдений за толщиной льда В.И. Арнольд-Алябьев предложил использовать пустотелую рейку, которая спускалась с борта судна²⁵ (рис. 6). Рейка располагалась как можно ближе к вставшим «на ребро» льдинам. На рейку была нанесена разметка, которая позволяла определять толщину с точностью до 2–3 см, а для тонких льдов еще точнее. Пустотелость рейки использовалась для размещения

²⁴ Чаплыгин Е. Поплавковый ледомер // Проблемы Арктики. 1940. № 1. С. 111.

²⁵ Арнольд-Алябьев В.И. Об измерении толщины льда с борта на ходу // Метеорология и гидрология. 1938. № 11/12. С. 149–153.

в ней электроламп для подсветки льда в темное время. Для темного времени В.И. Арнольд-Алябьевым вместе с его сотрудником С.М. Андреевым был спроектирован и изготовлен портативный прибор — световая проектируемая рейка. Этот прибор представлял собой оптическую систему, которая проецировала изображение помещенной в нее шкалы на расстояние нескольких метров в зависимости от силы источника света.

Давая описания разработанных им приборов, В.И. Арнольд-Алябьев отмечает, что они полностью не решают проблему определения толщины льда с движущегося судна, т. к. имеют определенные ограничения. По его мнению, с их помощью можно измерять толщину ледяного покрова с точностью 5–10 %, что вполне приемлемо.

Очевидно, что описанные выше работы В.И. Арнольд-Алябьева являются прообразом современных телевизионных систем контроля толщины ледяного покрова при движении судна.

Плотность, пористость, соленость льда. В методах исследования указанных физических свойств льда в 1930-е годы был достигнут значительный прогресс. Для изучения плотности и пористости льда В.В. Шулейкиным и В.И. Арнольд-Алябьевым были сконструированы и изготовлены специальные приборы, которые получили довольно широкое распространение. Так, прибор В.В. Шулейкина для определения плотности льда с успехом применялся А.Ф. Лактионовым в 1929 году во время экспедиции л/п «Седов» на землю Франца-Иосифа, а также в экспедиции на ледоколе «Красин» летом 1933 года, во время зимовки на м. Желания в 1934–1935

годах и в других исследованиях. Приборы В.В. Шулейкина и В.И. Арнольд-Алябьева для определения газосодержания льда также широко применялись различными исследователями. Подробно об этих приборах написано в статье, опубликованной в 2023 году²⁶.

Соленость морского льда является одной из важнейших его характеристик, величина которой определяет многие, включая механические, его свойства. Основным методом определения солености морского льда, как и морской воды, был метод химического анализа (титрование).

Интересно отметить, что в 1930-х годах, особенно в первой их половине, наибольший интерес у исследователей вызывало изучение химического состава льда. При этом обобщенной характеристике солености льда уделялось значительно меньше внимания, хотя она могла быть определена по содержанию хлора. Так, в работе А.Ф. Лактионова 1931 года приводятся данные о содержании хлора на различных горизонтах ледяного покрова²⁷. В.И. Арнольд-Алябьев в работе 1933 года, рассматривая влияние «химизма» льда Финского залива на его прочность, оперирует также содержанием хлора²⁸.

Использование методов химического анализа для определения солености воды и льда в экспедиционных условиях не очень удобно, т. к. требуется возить с собой химическую посуду и реактивы. Об этом, в частности, писала гидрохимик П.Г. Лобза²⁹ в 1934 году. Поэтому предпринимались попытки создания методики определения солености другими способами. Наиболее перспективным представлялся метод определения солености на основании измерений электропроводности морской воды. Эксперименты в этом направлении проводились П.Г. Лобзой во время плавания парохода «Челюскин». В 1934 году Б.П. Брунс во время экспедиции на «Седове» выполнил измерения электропроводности воды, полученной из растаявшего льда, на основании измерений ее солености. Точность его измерений составила 0,5 %, что, как он пишет, недостаточно «при определении солености воды, но для льда, колебания солености которого даже в двух соседних пробах одного горизонта достигают 50 %, эта точность вполне удовлетворительна»³⁰. После создания в ВАИ Ледоисследовательского бюро одним из направлений его деятельности стала разработка методики определения солености льда по электропроводности³¹. В настоящее время такая методика является одной из основных.

Заключение. Краткий обзор развития технологий исследования физических свойств ледяного покрова за 30-е годы прошлого столетия позволяет сделать некоторые выводы.

²⁶ Сазонов К.Е. Изучение физических свойств льда в России и СССР (конец XIX в. – 1940 г.). Плотность и пористость льда // Проблемы Арктики и Антарктики. 2023. Т. 69. № 4. С. 501–518.

²⁷ Лактионов А.Ф. О свойствах морского льда // Труды Института по изучению Севера. 1931. Т. 49. С. 71–96.

²⁸ Арнольд-Алябьев В.И. К вопросу о химизме льда Финского залива в связи с изучением его прочности // Известия Института физико-химического анализа АН СССР. 1933. Т. 4. С. 229–233.

²⁹ Лобза П.Г. Химия морской воды и лед полярного моря // Поход «Челюскина». М., 1934. Т. 1. С. 244–249.

³⁰ Брунс Б.П. Наблюдения над процессами... С. 76.

³¹ Диденко Д.В. Работа ледотехнического бюро // Бюллетень Арктического института СССР. 1935. № 7. С. 192.



П.Г. Лобза

Активная государственная политика, направленная на освоение северных регионов страны, не могла не стимулировать все возрастающий объем исследований, связанных с Арктикой, включая и исследования физических свойств ледяного покрова. Выполнение этих работ показало, что по многим направлениям адекватные методы исследования либо отсутствуют, либо находятся в зачаточном состоянии. В результате потребовалась разработка методик и технических средств эксперимента буквально на ходу. Даже в тех случаях, когда разработка приборов проводилась в камеральных условиях, на весь цикл их создания отводилось минимальные сроки. С одной стороны, это приводило к созданию нежизнеспособных изделий или приборов, существовавших только на уровне опытного образца. С другой стороны, такое положение дел будило творческую мысль полярников.

В итоге основное развитие технологий произошло именно благодаря развитию инициативы «снизу». Именно на такую инициативу рассчитывали даже при составлении официальных планов исследований. Например, судя по архивным документам, при составлении планов научных исследований для дрейфующего парохода «Седов» были предусмотрены исследования прочностных свойств льда. Для проведения этих исследований на судно необходимо было доставить динамометр со шкалой до 150 кг, а «все остальное можно изготовить на корабле».

Одним из недостатков развития технологий исследования физических свойств льда за счет инициативы «снизу» было то, что информация о таких работах была малодоступна. В периодической печати была опубликована, по-видимому, лишь малая часть разработок, причем часто о них сообщалось весьма поверхностно, без технических деталей. Тем не менее накопление знаний происходило. Возможно, здесь работали неформальные способы обмена информацией.

Можно констатировать, что в 1930-е годы исследователями Арктики был получен колоссальный опыт в изучении физических свойств ледяного покрова, который уже в послевоенные годы был аккумулирован в планомерное развитие исследований.

Автор выражает благодарность сотруднику ААНИИ М.А. Емелиной за любезное предоставление фотографии В.И. Арнольд-Алябьева.

К.Е. Сазонов (КГНЦ, ГМТУ)