

МЕТОДЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА РАЗЛИВЫ НЕФТИ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

План

- 1. Особенности поведения нефти при разливах на льду
- 2. Локализация разливов в зимних условиях с помощью ограждений
- 3. Другие способы локализации
- 4. Методы и системы механического сбора нефти
- 5. Технология сбора нефти

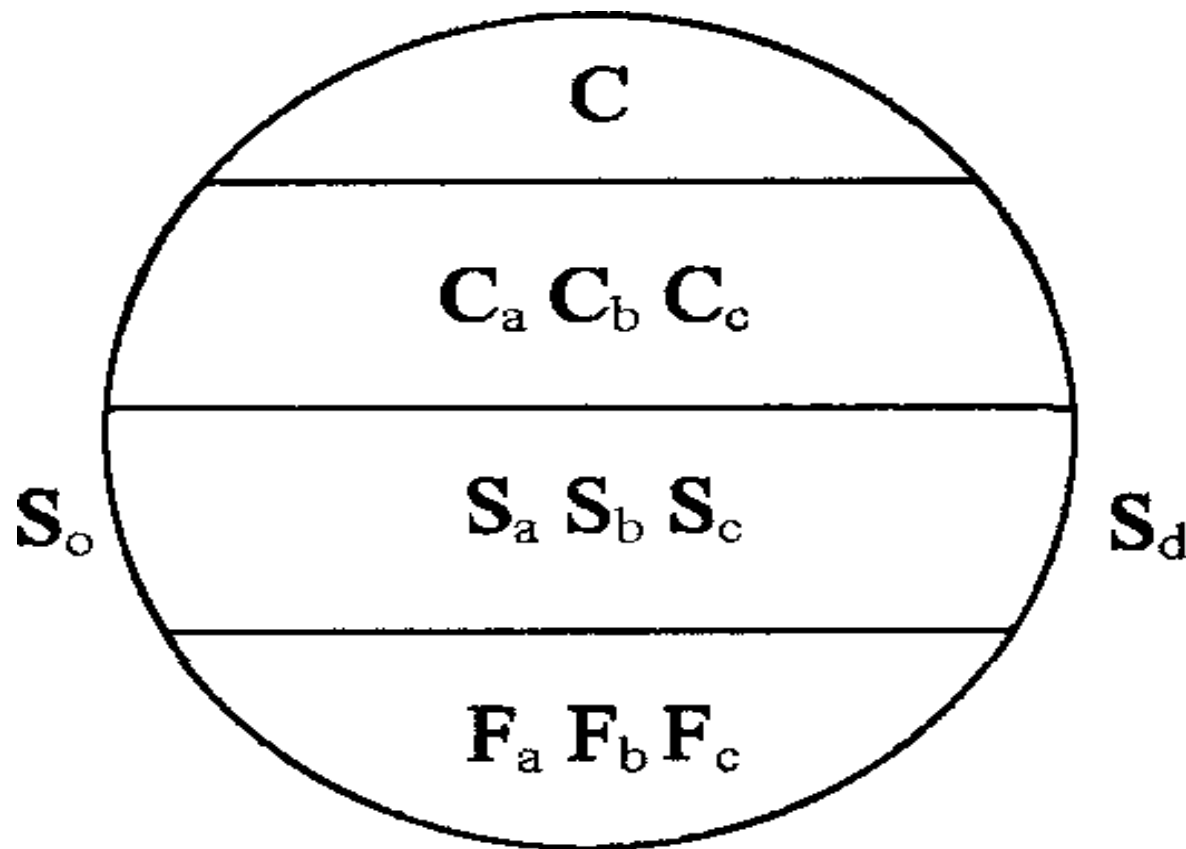
1. Особенности поведения нефти при разливах на льду

- Выбор метода локализации и ликвидации осуществляется в зависимости от сплоченности льда (выражается в баллах), формы льдин, нарушения сплошности льда и т. д.

Общая сплоченность льда (С)

Сплоченность		Символ
Отсутствие льда (чистая вода)		—
<1/10	Отдельные льдины	0
1/10	Редкий лед	1
2/10		2
3/10		3
4/10		Разреженный лед
5/10	5	
6/10	6	
7/10	Сплоченный лед	7
8/10		8
9/10	Очень сплоченный лед	9
>9/10, <10/10		9+
10/10	Сплошной, смерзшийся сплошной лед	10

Фигура с элементами ледовой СИМВОЛИКИ



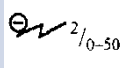
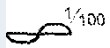
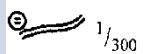
Возраст (стадии развития) и толщина льда (Sa, Sb, Sc, So, Sd)

Возрастная стадия развития льда	Толщина льда, см
Не наблюдается	—
Начальные виды	—
Нилас, склянка	<10
Молодой	10-30
Серый	10-15
Серо-белый	15-30
Однолетний	30-200
Тонкий однолетний	30-70
Тонкий однолетний первой стадии	30-50
Тонкий однолетний второй стадии	50-70
Однолетний средней толщины	70-120
Толстый однолетний	>120
Старый	—
Остаточный однолетний	50-180
Двухлетний	180-280
Многолетний	>300
Материкового происхождения	—
Возраст не определен или неизвестен	—

Формы льда (Fa, Fb, Fc, Fr, Fs)

Форма льда	Размер ледяных полей	Символ	
Блинчатый	—	0	
Тертый, ледяная каша	<2м	1	
Мелкобитый	2-20 м	2	
Крупнобитый	20-100м	3	
Обломки ледяных полей	100-500 м	4	
Большие ледяные поля	От 500 м до 2 км	5	
Обширные ледяные поля	2-10 км	6	
Гигантские ледяные поля	>10км	7	
Припай, куски айсбергов или несяки	—	8	
Айсберги	—	9	
Не определялись или неизвестны	—	X	—

Нарушения сплошности льда (международная классификация)

Пространства воды среди льда	Изображение*
Трещина (любой разрыв льда, который не разошелся и имеет ширину до 1 м)	
Разводье (любой разлом или разрыв очень сплоченного, сплошного, смерзшегося сплошного льда, припая или отдельной льдины в результате подвижек и процессов деформации): узкое — ширина 1-50 м; малое — 50-200 м; среднее — 200-500 м; большое — >500 м	
Канал (любой разлом или проход через морской лед, пригодный для плавания надводных кораблей)	

* В числителе указано количество трещин, разводий или каналов на участке, в знаменателе — преобладающая ширина (в метрах), слева — характеристика возраста льда.

- Шкала торосистости льда (национальная)
- Шкала загрязнённости льда (национальная)
- Шкала разрушенности льда (национальная)
- Шкала сжатости льдов

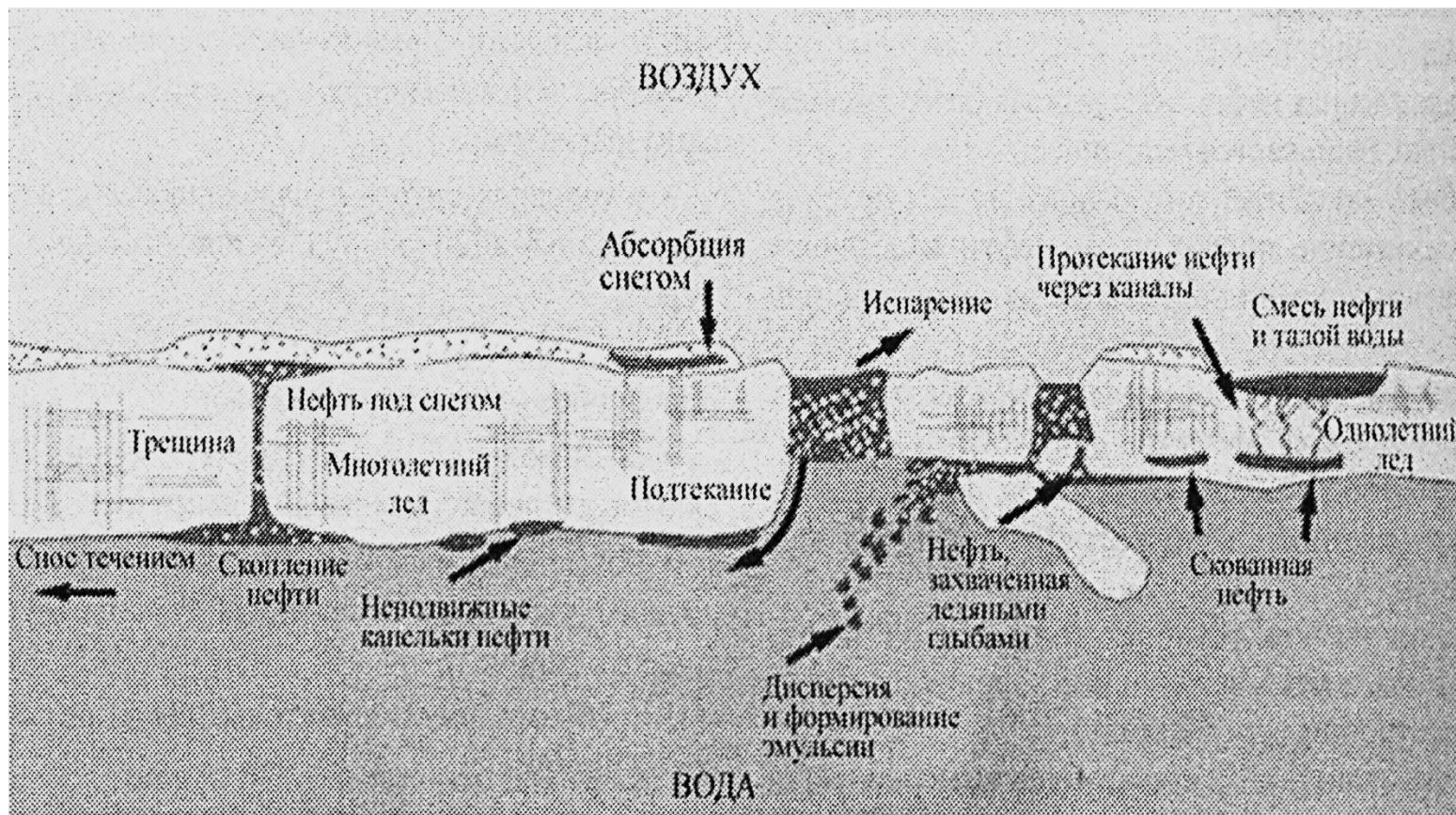
Положительные факторы:

- • низкие температуры замедляют процесс выветривания;
- • охлажденная нефть, обладающая более высокой вязкостью, растекается медленнее;
- • образование твердого основания для ведения работ, снижение подвижности нефти и создание естественных хранилищ нефти во льду или под ним;
- • снег и лед могут эффективно сдерживать нефть;
- • снег является эффективным сорбентом;
- • вероятность оседания тяжелой нефти снижается, если плотность воды достигает максимального значения;
- • в арктических регионах зоны особой значимости встречаются реже, чем в условиях умеренного или тропического климата;
- • береговой припай способен защитить береговые сообщества приливно-отливных зон и собственно береговую линию от загрязнения нефтью;
- • наличие льда может ограничить степень проникновения нефти в грунт на пляжах.

Отрицательные факторы:

- ✓ сбор нефти затруднен в связи с ограничением доступа и повышением уровня опасности для персонала;
- ✓ оборудование (насосы, насосные шланги с распыляющими насадками и форсунки) требует тщательного высушивания после каждого цикла использования с целью снижения объема остаточной влаги, замерзание которой может вызвать повреждение оборудования или снизить его эффективность;
- ✓ в арктических условиях повторное заселение среды живыми организмами занимает больше времени, чем в регионах с умеренным и тропическим климатом;
- ✓ в условиях битого льда возникают сложности при эксплуатации оборудования, особенно скиммеров;
- ✓ труднодоступность районов, сложность доставки оборудования и персонала;
- ✓ возможность повреждения бонов, судов, скиммеров движущимися ледяными полями;
- ✓ повышены риски, связанные с транспортировкой отходов из отдаленных и особо чувствительных районов;
- ✓ требуются особые методы для защиты береговой линии;
- ✓ выбор диспергентов осуществляется исходя из солености воды.

Трансформация нефти при попадании ее на лед



- Сбор нефти при разливах в ледовых условиях намного сложнее, чем на открытой воде, т. к. места разлива обычно труднодоступны, находятся на больших расстояниях от мест с развитой инфраструктурой. Каждый из многочисленных вариантов разлива нефти в ледовых условиях требует особенного подхода при проведении его локализации и ликвидации.

Такими вариантами, например, являются разливы нефти:

- • на поверхность льда и снега;
- • в водах с низкой сплоченностью льда, на открытой воде между плавающими льдинами;
- • в прорубленные каналы за ледоколами и судами;
- • подо льдом.

- Использование БЗ и нефтесборщиков в ледовых условиях осложняется. Однако имеются некоторые преимущества при разливе нефти в таких условиях:
 - площадь разлива во льдах меньше, чем на открытой воде, соответственно и толщина нефтяного пятна будет больше при равных условиях, что облегчает сбор;
 - степень эмульгирования нефти во льдах ниже, чем на открытой воде.

- Если сплоченность льда более 3 баллов, для распространения нефти образуются физические барьеры, при этом нефть задерживается в неровностях подводной стороны льдин. При большой сплоченности льда (8-9 баллов) даже очень крупные разливы (более 1000 т) распространяются лишь на сотни метров от места разлива

Порядок действий для обеих ситуаций является одинаковым и включает три основных этапа:

- обнаружение, прогноз и контроль поведения разлива;
- локализация пятна;
- сбор нефти / ликвидация разлива.

2. Локализация разливов в зимних условиях с помощью ограждений

Особенности применения БЗ на море и озере в ледовых условиях:

- • при концентрации льда свыше 30 % боны практически бесполезны, т. к. могут задержать только небольшие куски льда;
- • при скорости ветра более 35 км/ч (10 м/с) боны могут быть повреждены небольшими кусками льда;
- • наиболее стойкими являются БЗ из тиксотропной ткани (кон-вейерный материал); ПВХ и полиуретан менее прочны;
- • главной характеристикой БЗ является прочность, устойчивость бо-нов на волне, их защс плавучести;
- • установка якорей в ледовых условиях затруднена или бессмысленна.

Особенности применения БЗ на реках в ледовых условиях:

- • низкая надежность установки бонов в дрейфующем льду, их малая сохранность из-за ударов льдин;
- • к факторам, ограничивающим возможность реагирования на разлив на крупных реках, относятся: противотечения, эрозия берегов, быстрое накопление наносов и мусора;
- • установка бонов под углом к течению может быть неэффективной вследствие большой ширины реки (невозможно отвести пятно к берегу), больших затрат времени на установку БЗ;
- • применение бонов из сверхпрочного материала с верхними и нижними растяжками;
- • выше по течению следует предусмотреть установку ледозадерживающих бонов из бревен или металлических понтонов на реках с медленным течением и концентрацией льда до 30 %;
- • установка заграждений при наличии битого льда затруднена;
- • изменение направления движения нефтяного пятна с помощью БЗ возможно при наличии плавающих обломков льда в периоды ледостава и ломки льда;
- • возможен вынос нефти за пределы заграждений, если сбор ее будет происходить медленнее, чем накопление;
- • если ширина пятна превосходит расстояние приблизительно от одной четверти до половины длины БЗ, необходимо использовать несколько заграждений или каскадное заграждение, чтобы постепенно изменить направление движения нефти.

Традиционная технология локализации и сбора нефти на реках в зимних условиях

- • расчистку от снега подъездных путей к рабочим площадкам и их самих на берегу реки, створа БЗ, рабочей площадки на льду в районе майны и подъездной дороги к ней;
- • проведение замера толщины льда для обеспечения безопасности работы на льду людей и снегоочистительной, ледорезной и других видов техники. Возможность передвижения по льду технических средств оценивают по предельно допустимой нагрузке для данной толщины ледяного покрова. Рекомендации по безопасности проведения работ в ледовых условиях приведены в табл. 3.66;
- • вынос и закрепление на местности створа БЗ, ловчей майны и подъездной дороги на льду;
- • нарезку прорези в ледяном покрове для установки БЗ;
- • вырубку ловчей майны (размером до 3 x 4 м).

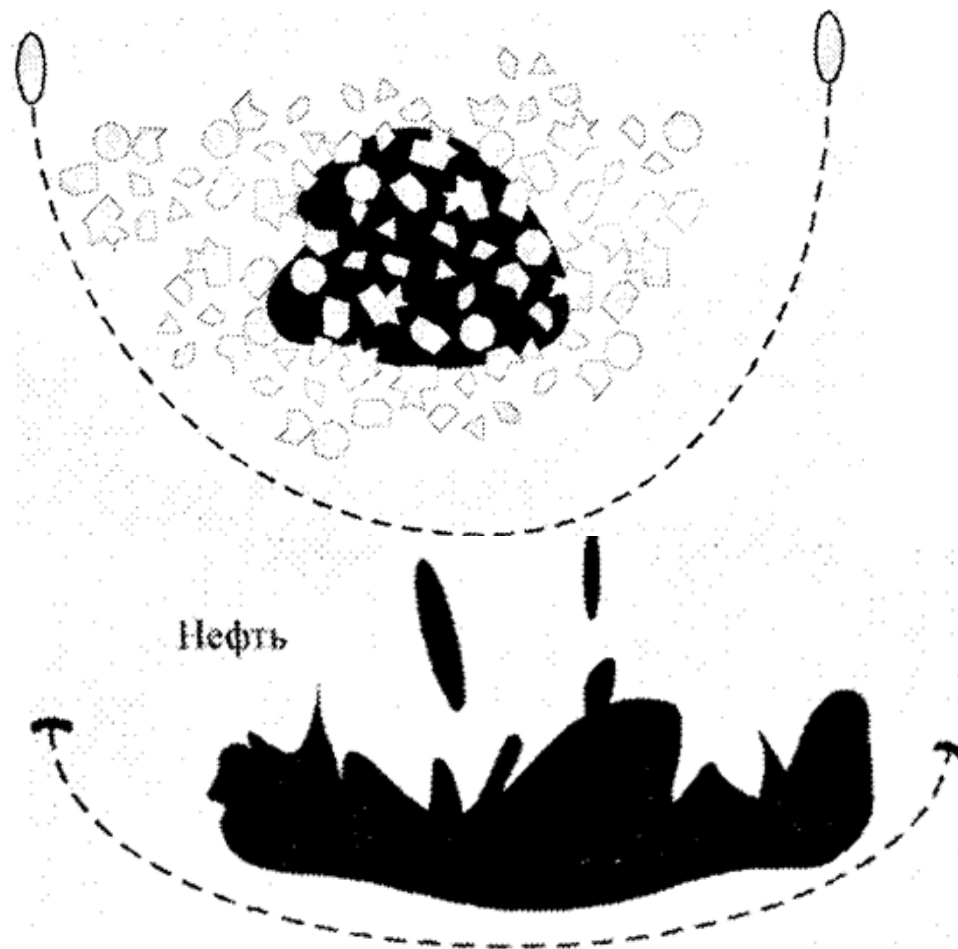
Условия безопасности при проведении работ на льду

		Наименьшая безопасная	Наименьшее
Груз	Масса груза, т	толщина ледяного покрова реки, см	допустимое расстояние до кромки льда, м
Человек со снаряжением	0,1	10	5
Автомашина грузоподъемностью 1,5 т с грузом	3,5	25	19
Автомашина грузоподъемностью более 1,5 т с грузом	6,5	35	25
Самосвал с грузом или бульдозер	8,5	39	25
Тягач с грузом или трактор	10	40	26
Трактор с грузом	20	55	30
Сверхтяжелый груз	40	95	38

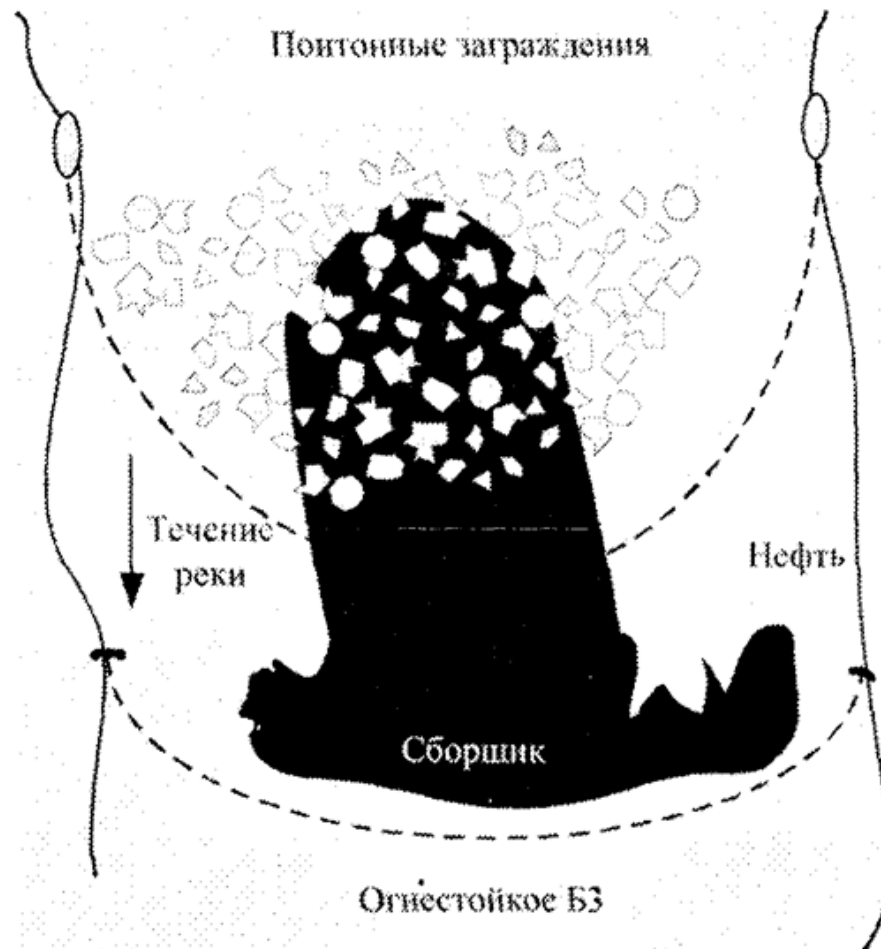
Боновое заграждение подледное БЗ-П (производитель «Северное море», Санкт-Петербург):

- Длина секции, м 50
- Общая высота секции, мм 420
- Диаметр герметичной камеры, мм 250
- Высота юбки с карманом балластной цепи, мм 120
- Рабочее давление герметичной камеры секции, кПа 0,01-0,015
- Калибр балластной цепи, мм 6 (8)
- Вес секции, мм 60
- Толщина льда, м Не ограничена
- Ширина ледовой прорези, м 0,10-0,15
- Скорость течения, м/с Не ограничена
- Время развертывания даух. декада (4 человека), мин 25

Отделение нефти ото льда с помощью БЗ



Отделение нефти ото льда с помощью БЗ при наличии течения



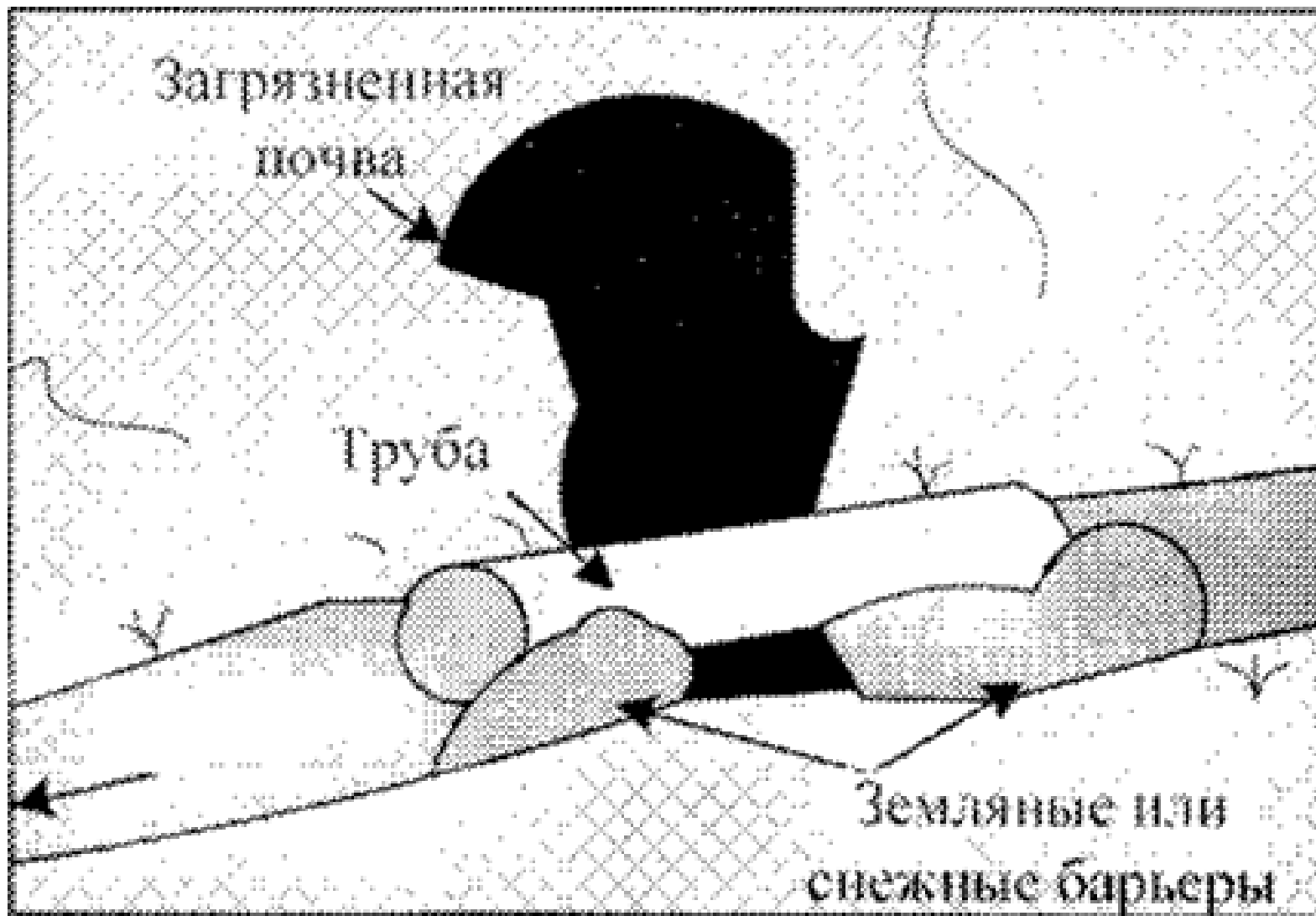
Дамбы и гидрозатворы

- Дамбы и гидрозатворы устраиваются из снега по аналогии с заграждениями, которые могут быть построены из грунта

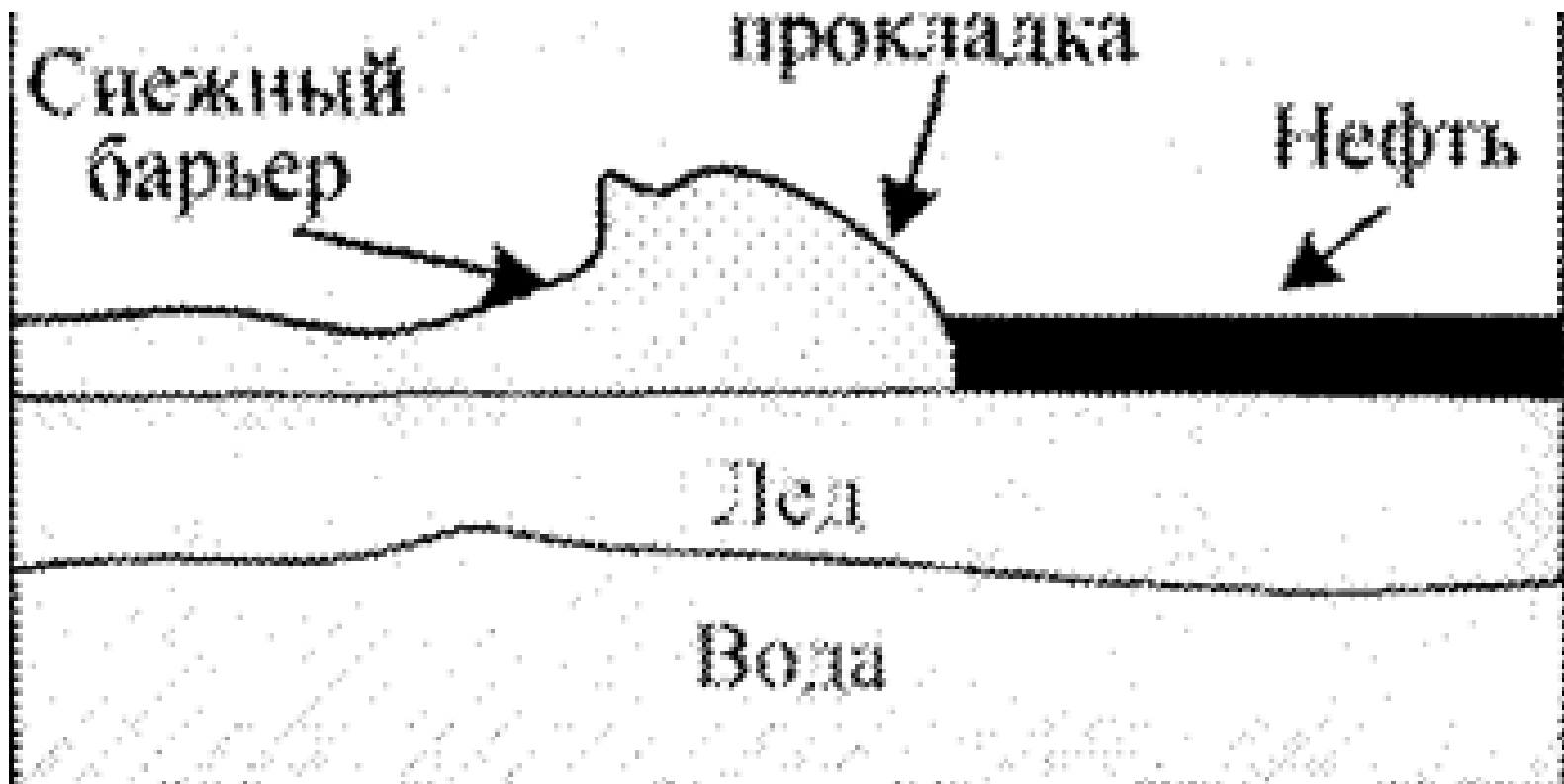
Фильтрационные перегородки

На болотах

Желоб



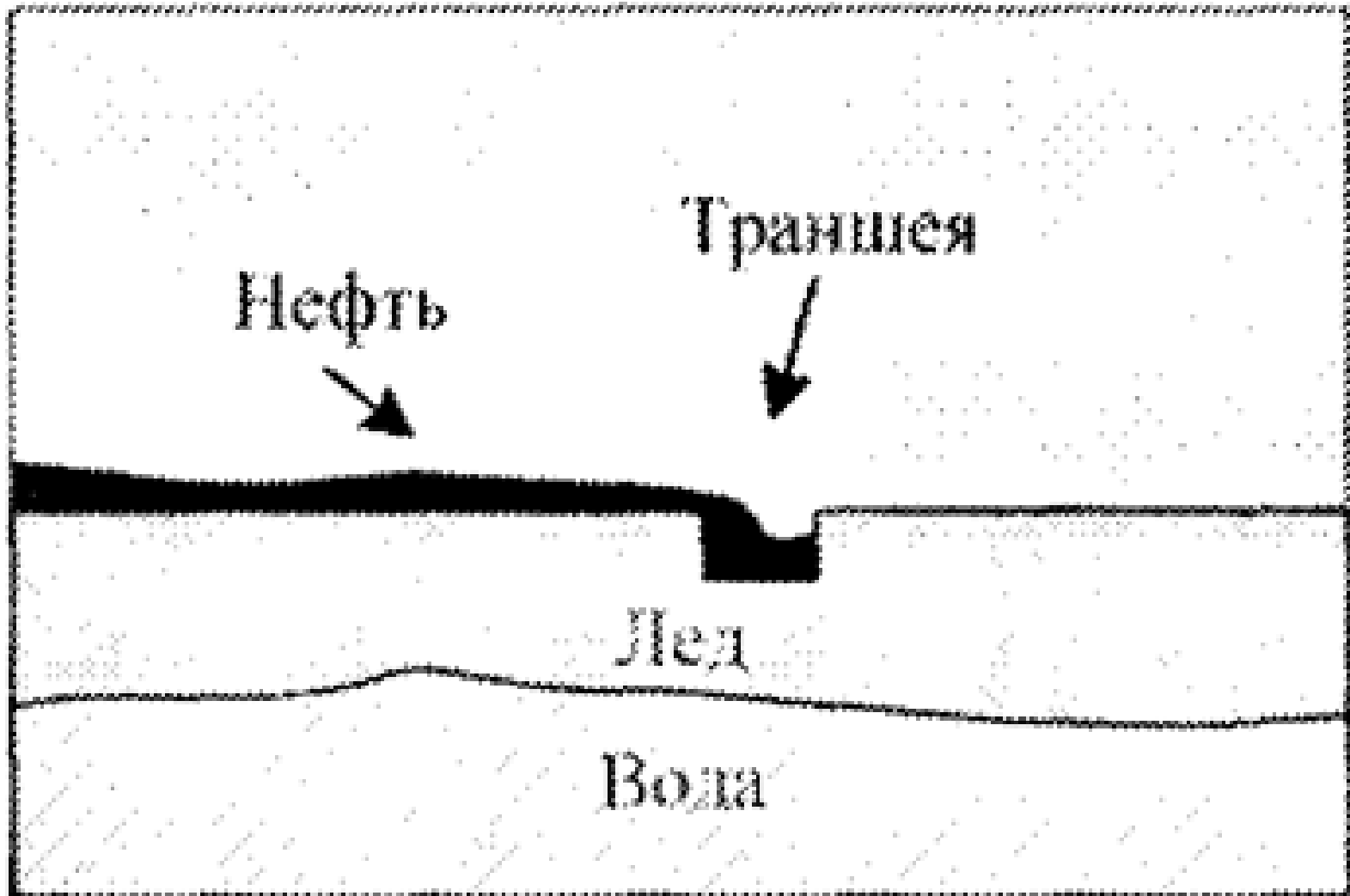
Снежная преграда



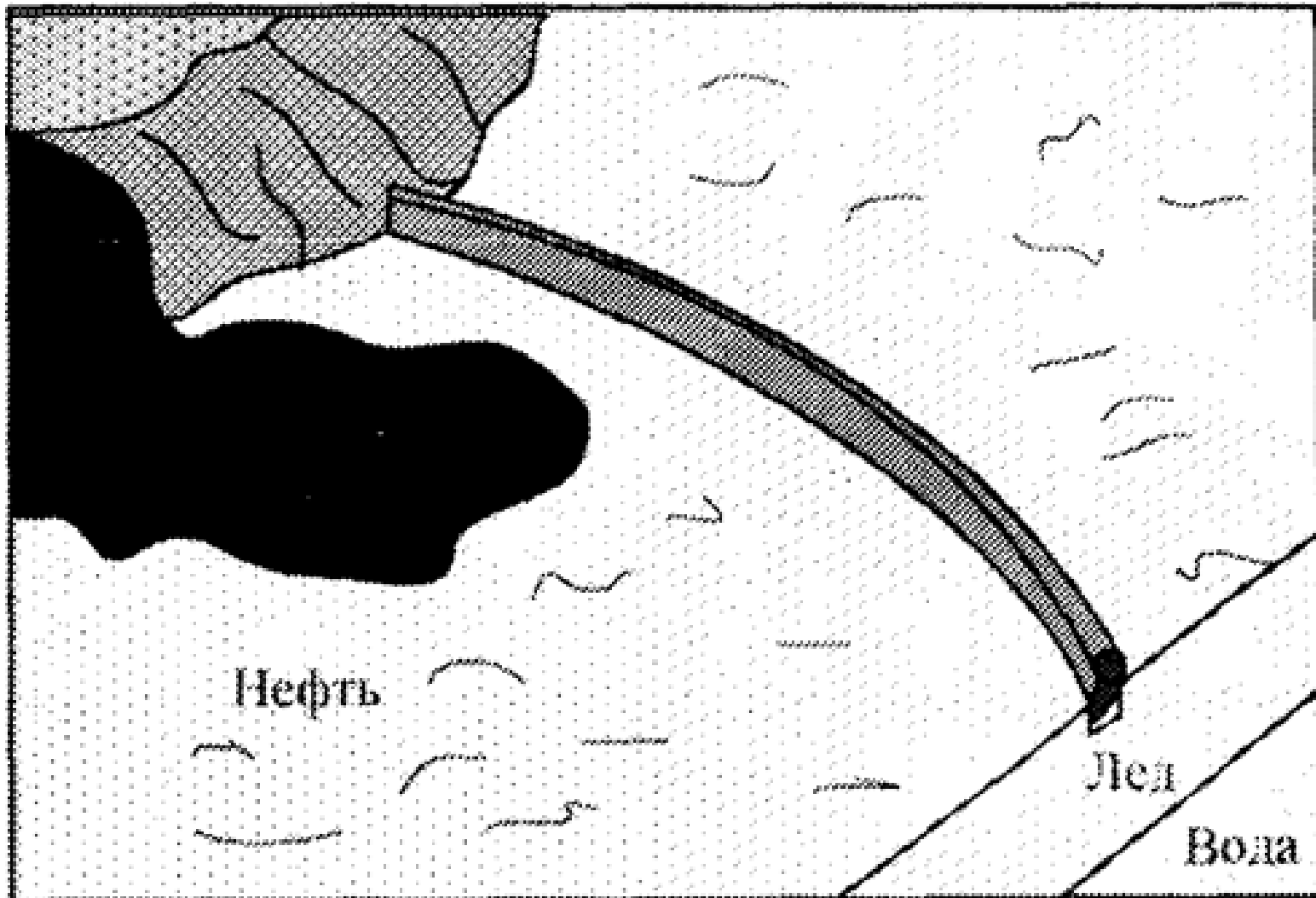
Техническая характеристика подпорных стенок ПС-0,5/30, ПС-0,5/30 3, ПС-0,75/30, ПС-0,9/30 (производитель «Лессорб», г. Брянск)

Модель	Габаритные размеры (длина, высота), м	Высота в рабочем состоянии, м	Масса секции модуля, кг	Максимально допустимый напор перед стенкой, м	Время развертывания, мин / количество обслуживающего персонала, чел.
ПС-0,5/30, ПС 0,5/30 3	2,0 x 0,6	0,5	23,6	0,15	30/2
ПС-0,75/30	2,0 x 0,85	0,75	28	0,3	75/3
ПС-0,9/30	2,0 x 0,8	0,9	33,5	0,6	75/4
ПСн-0,5	2,0 x 0,6	0,5	20	0,15	30/2
ПСк-0,7	2,0 x 0,8	0,7	35	0,6	75/4

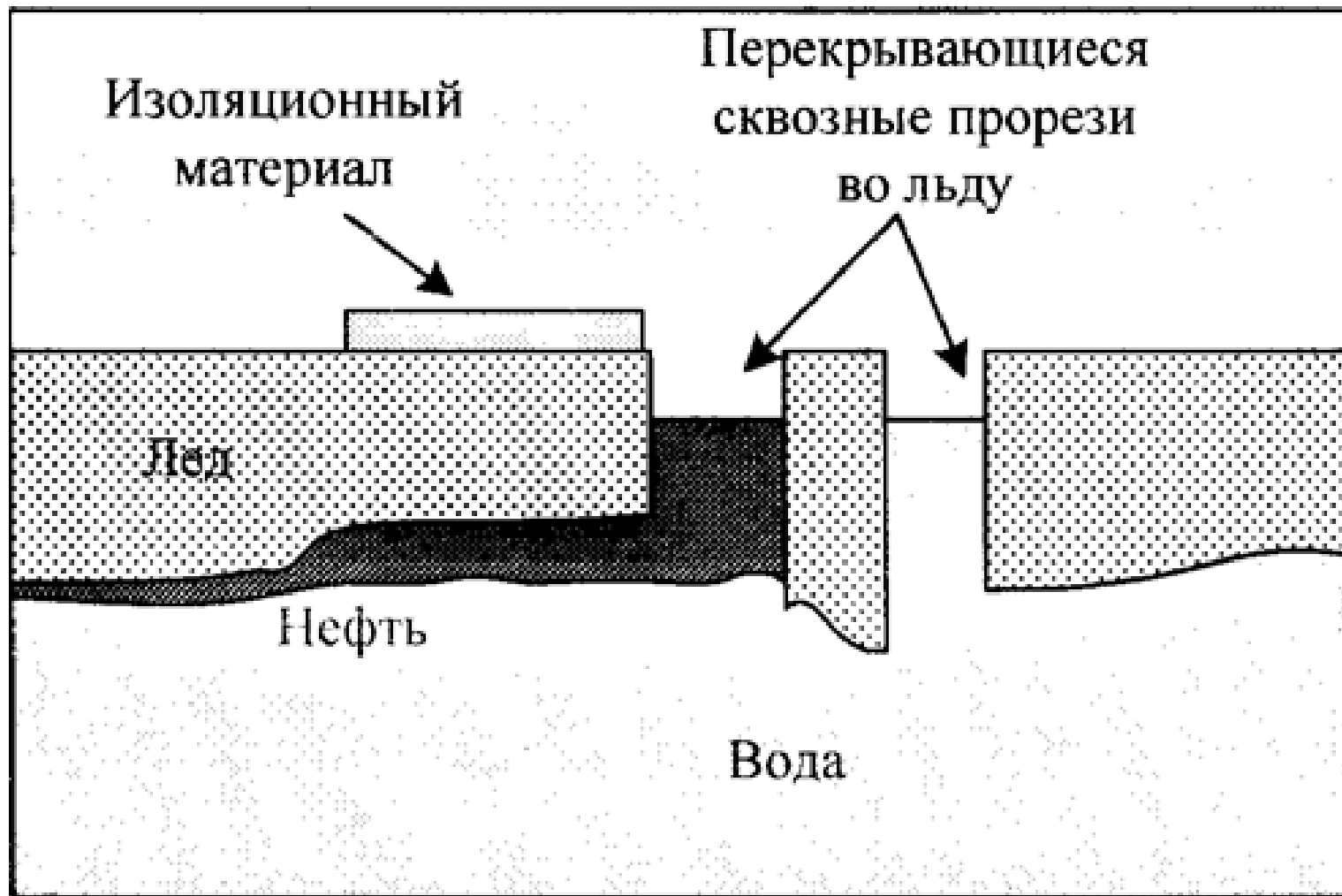
Канавы, траншеи



Ледовый ров с бонами



Прорези во льду необходимо выполнять ледорезной техникой



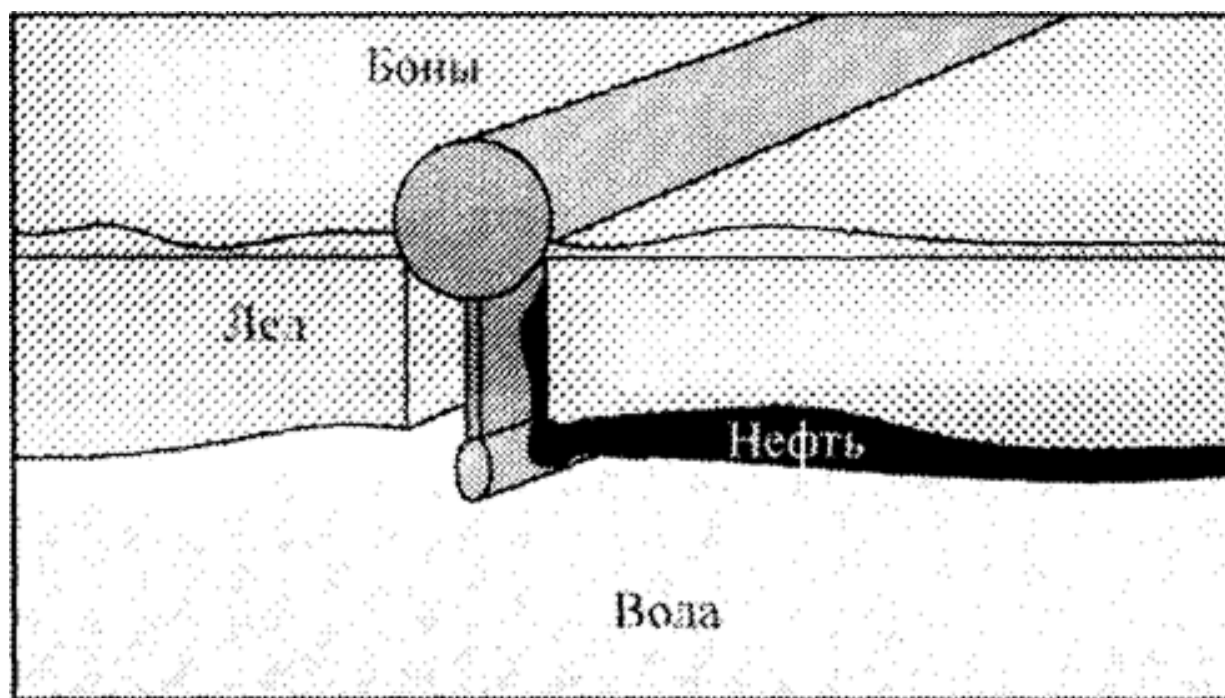
Допустимая минимальная толщина МОНОЛИТНОГО льда, см

Нагрузка, т	Средняя температура воздуха за 3 сут, °С			Дистанция между нагрузками, м
	-10 и ниже	-5	0 (с кратковременной оттепелью)	
Человек сношей				
0,1	10	10		22
Колесные нагрузки				
8	34	37	48	22
15	46	50	64	30
Гусеничные нагрузки				
4	18	20	28	10
6	22	24	31	15
10	28	31	39	20
16	36	40	50	25
20	40	44	56	30

Толщина намораживания в зависимости от скорости ветра и температуры воздуха, см

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С						
	-4	-5	-10	-15	-20	-25	-30
0	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
3	0	0	1,0	1,5	2,5	3,5	4,5
5	0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
7	0	0,5	1,5	2,5	3,5	5,0	6,5
10	0,5	1,0	1,5	3,0	4,5	6,0	8,0

Прорези во льду с боны



3. Другие способы локализации

Диспергирование

Другие
способы

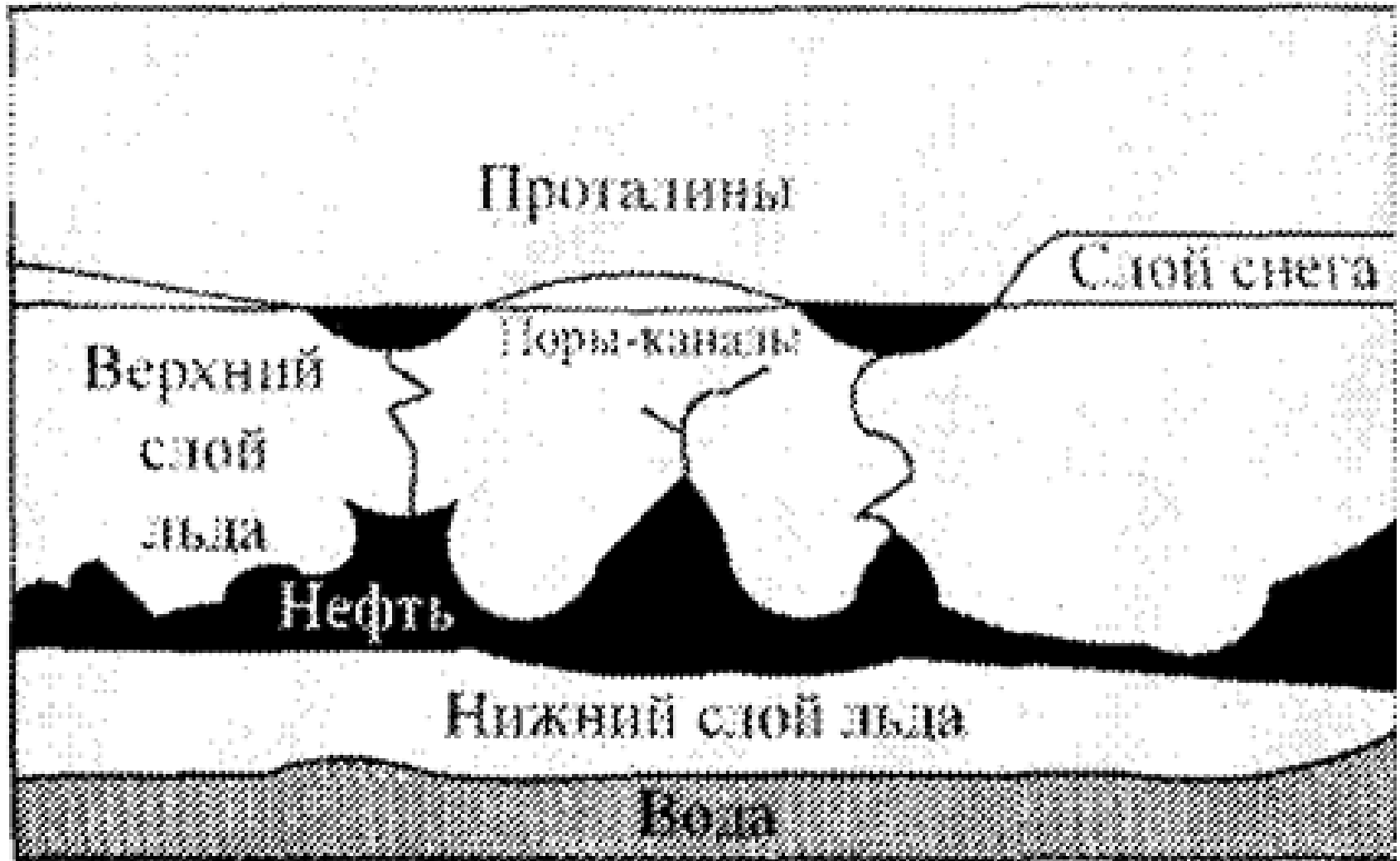
Применение
сорбентов

Сжигание

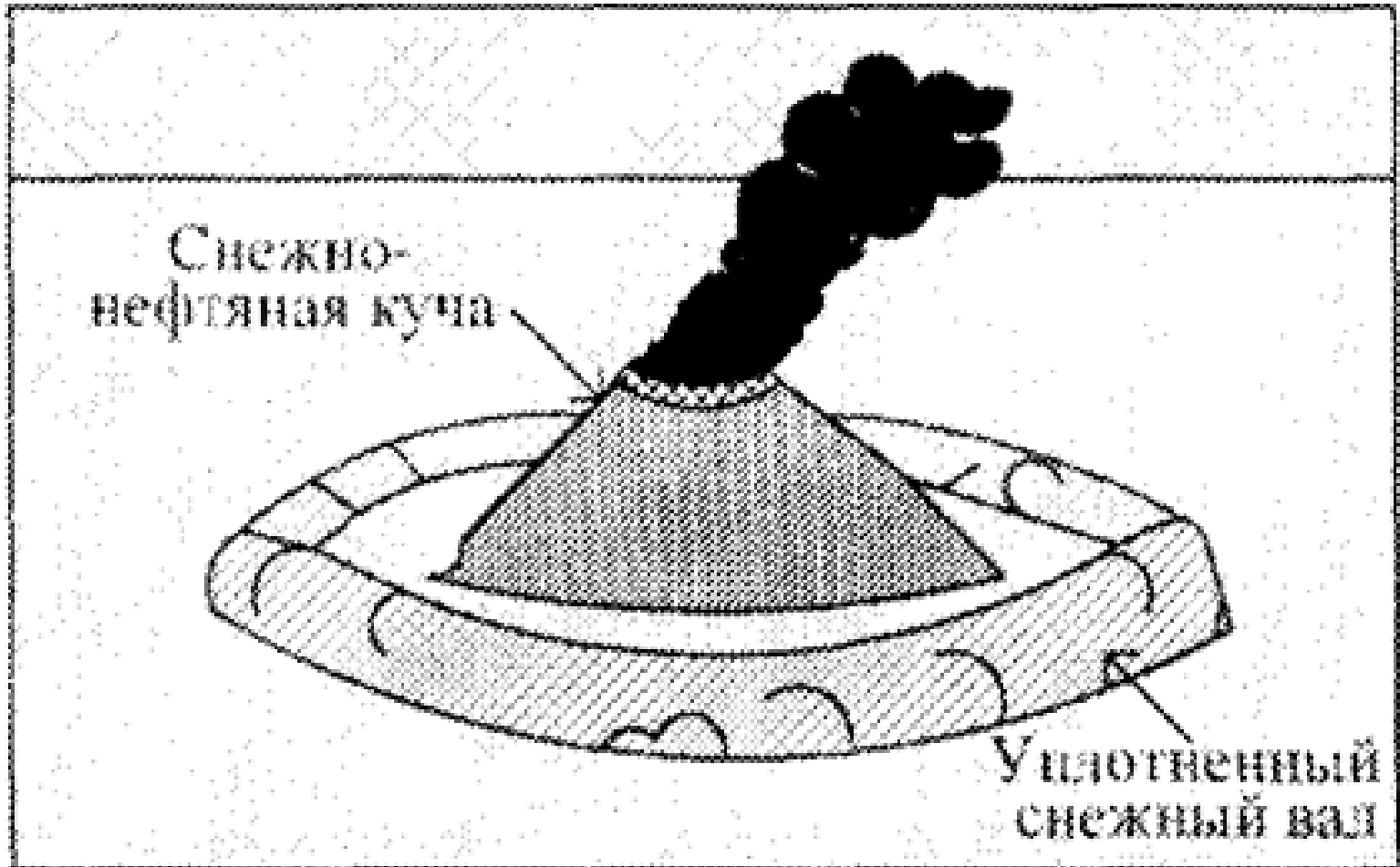
На эффективность применения диспергентов в ледовых условиях влияют в основном следующие факторы:

- • тип диспергента;
- • сорт нефти;
- • переменная соленость воды;
- • температура (низкие температуры способствуют увеличению вязкости разлитой нефти и нефтепродуктов; кроме того, некоторые компоненты диспергентов чувствительны к низким температурам);
- • волнение моря.

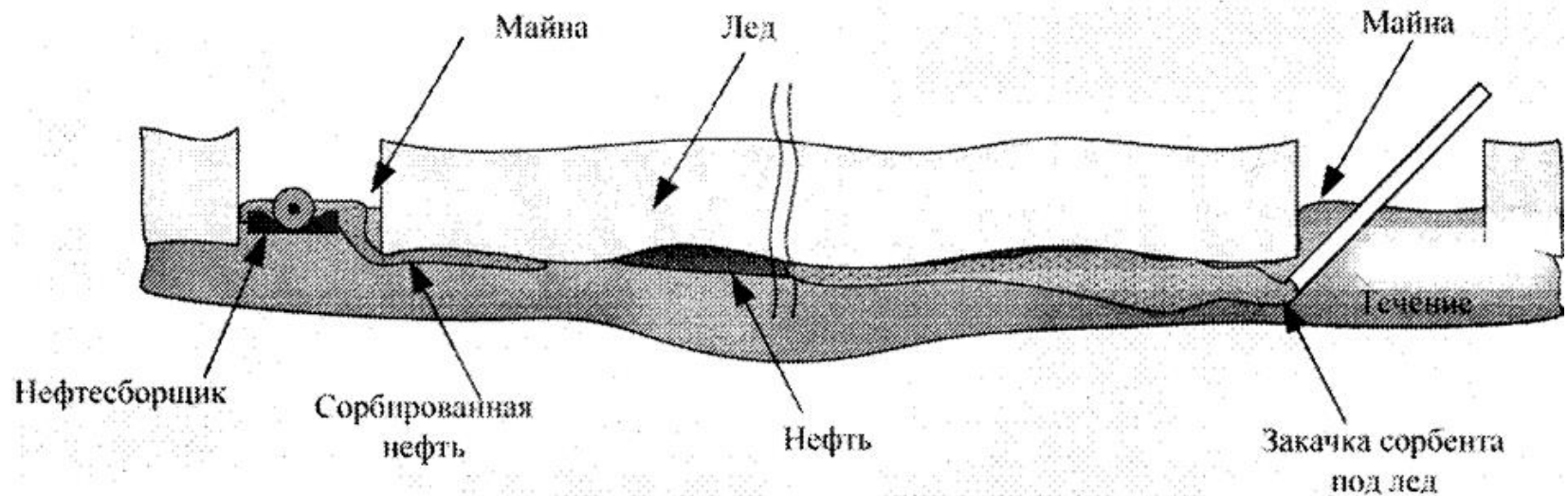
Проталины



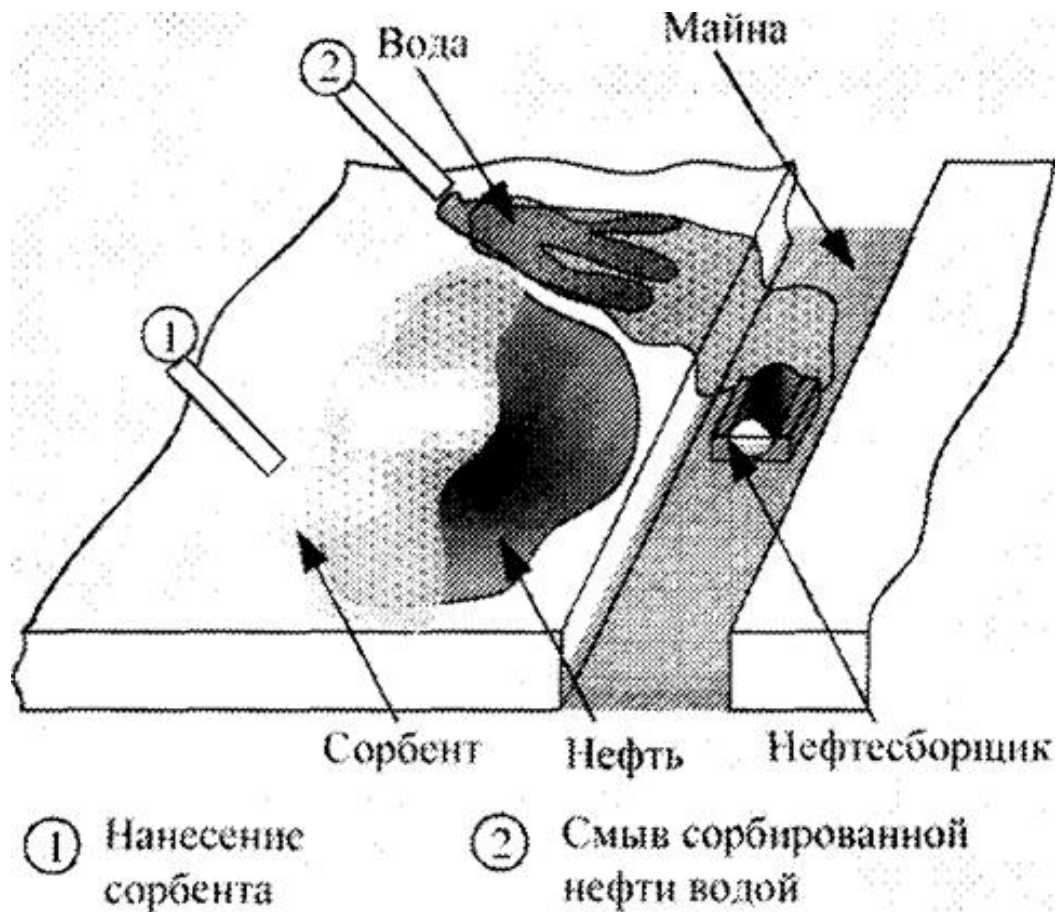
Сжигание снежных куч



Закачка сорбентов под лед для сорбирования нефти, сконцентрированной под ледяным покровом

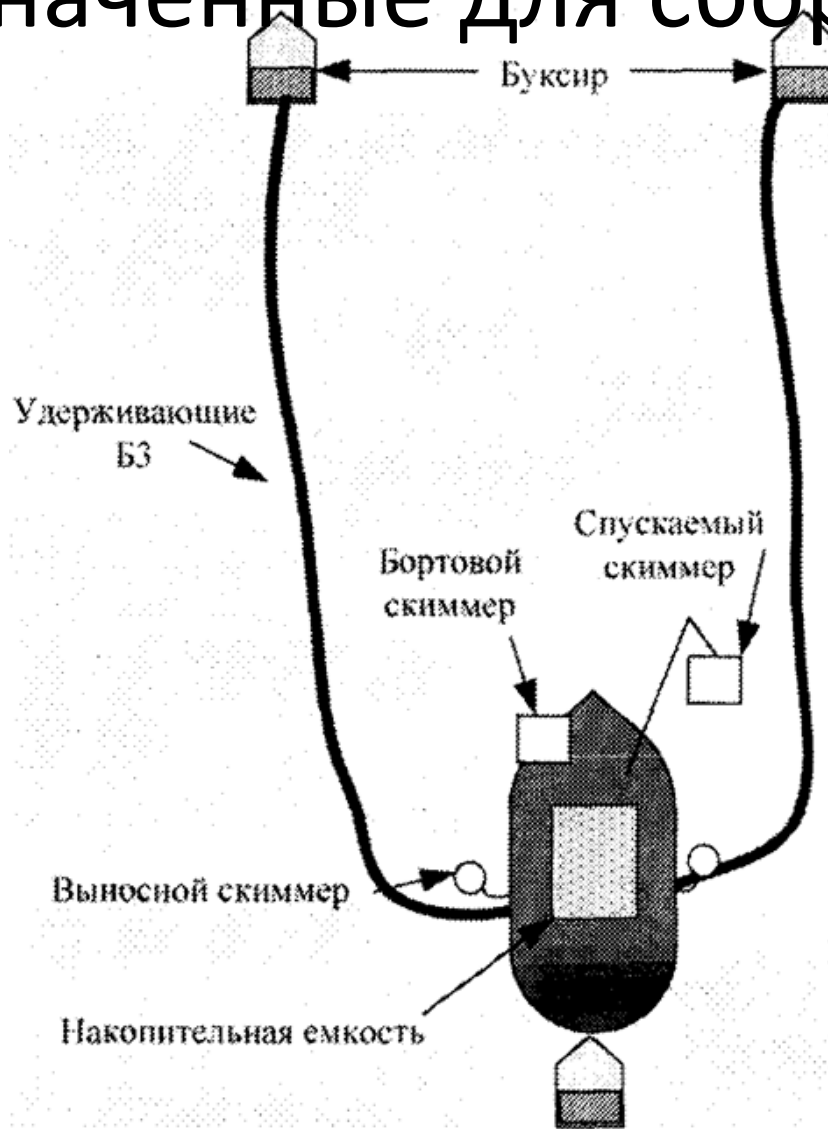


Нанесение сорбента на нефтепродукты, разлитые на поверхности льда и снега, с последующим смывом водой



4. Методы и системы механического сбора нефти

Системы механического сбора, предназначенные для сбора с судов





Контейнерный модуль с запасом оборудования

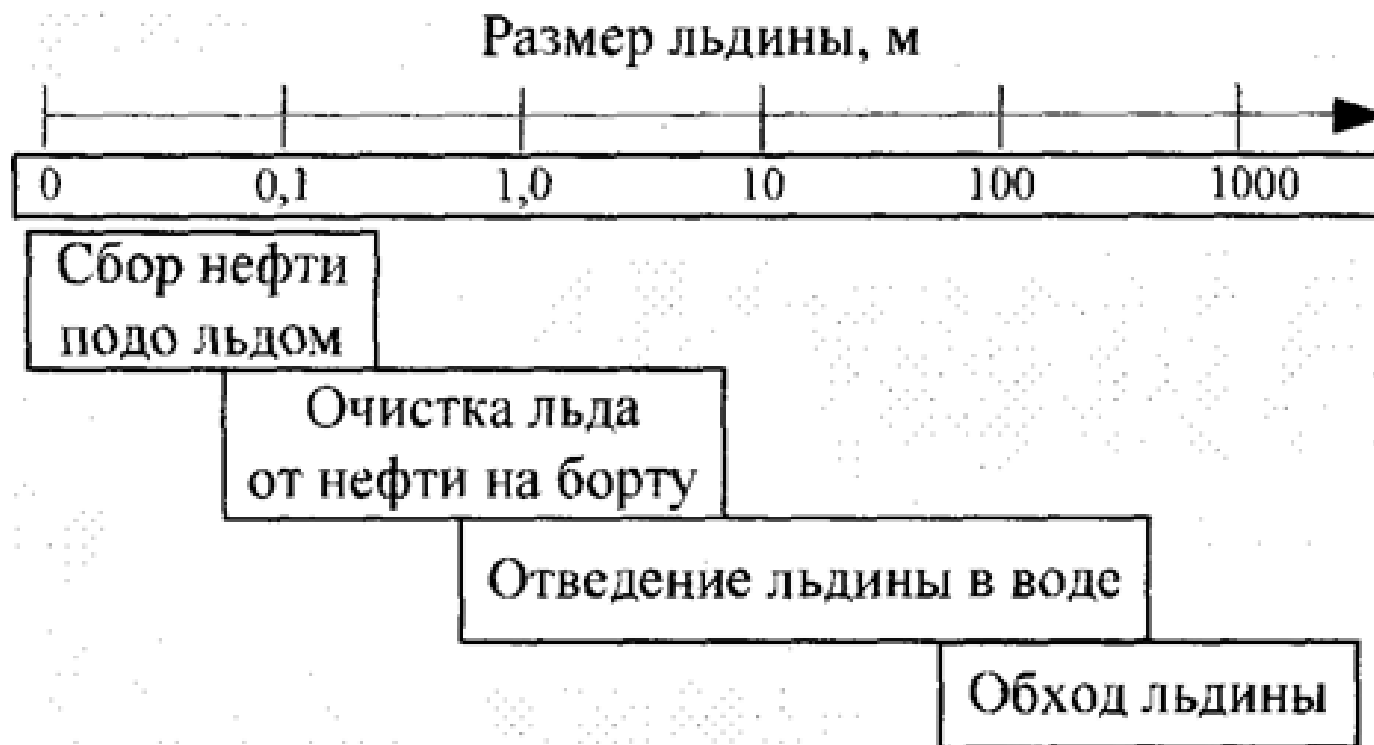
Особенности ликвидации разлива на морях и озерах в ледовых условиях:

- • если нефть зажата льдом, фактор времени теряет значение, однако при наличии ветра льдины могут дрейфовать из зоны сбора;
- • предпочтительные типы скиммеров: вертикальные тросовые, барабанные, щеточные, барабанно-щеточные и дисковые системы;
- • использование ленточных скиммеров допустимо, если куски льда перед скиммером раздвигаются вручную или собираются с ленты скиммера;
- • следует минимизировать столкновения льдин со скиммерами (кроме щеточного и барабанно-щеточного, которые лучше всего подходят для отклонения небольших льдин, но наверняка будут захватывать шугу);
- • проблемы при складировании и хранении собранных шлама и шуги.

Особенности работы нефтесборщиков

- • неэффективны при сильных ветрах,
- • поток нефти в нефтесборщик ограничен,
- • доступ к нефти ограничен,
- • разделение нефти и льда,
- • повышенная вязкость разлитой нефти (нефтепродуктов) вследствие низкой температуры. Низкая температура воды может приводить к появлению вторичного льда, кристаллы которого связывают нефть.

Схема методов сбора нефти в зависимости от размера льдин



5. Технология сбора нефти

Технологию сбора нефти в битом льду

- • отделение нефти от относительно больших обломков льда,
- • сепарация и сбор нефти, отделенной от шуги и мелких обломков льда.

Отделение нефти от больших обломков льда

- • поднятием обломков льда над поверхностью воды (в этом случае нефть с обломков стекает вниз),
- • погружением обломков льда под воду (в этом случае нефть с обломков поднимается вверх). Затем обломки льда возвращаются в море.

Принципиальная схема установки отделения нефти от обломков льда: а) подъем обломков выше уровня воды; б) погружение обломков ниже уровня воды

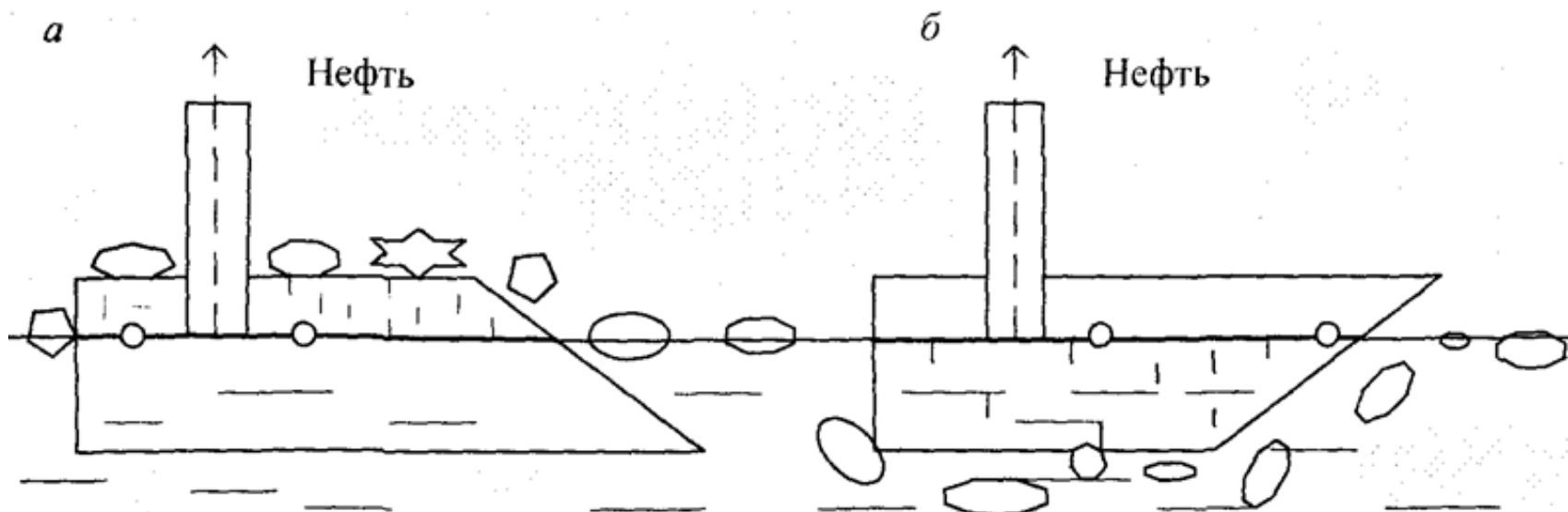
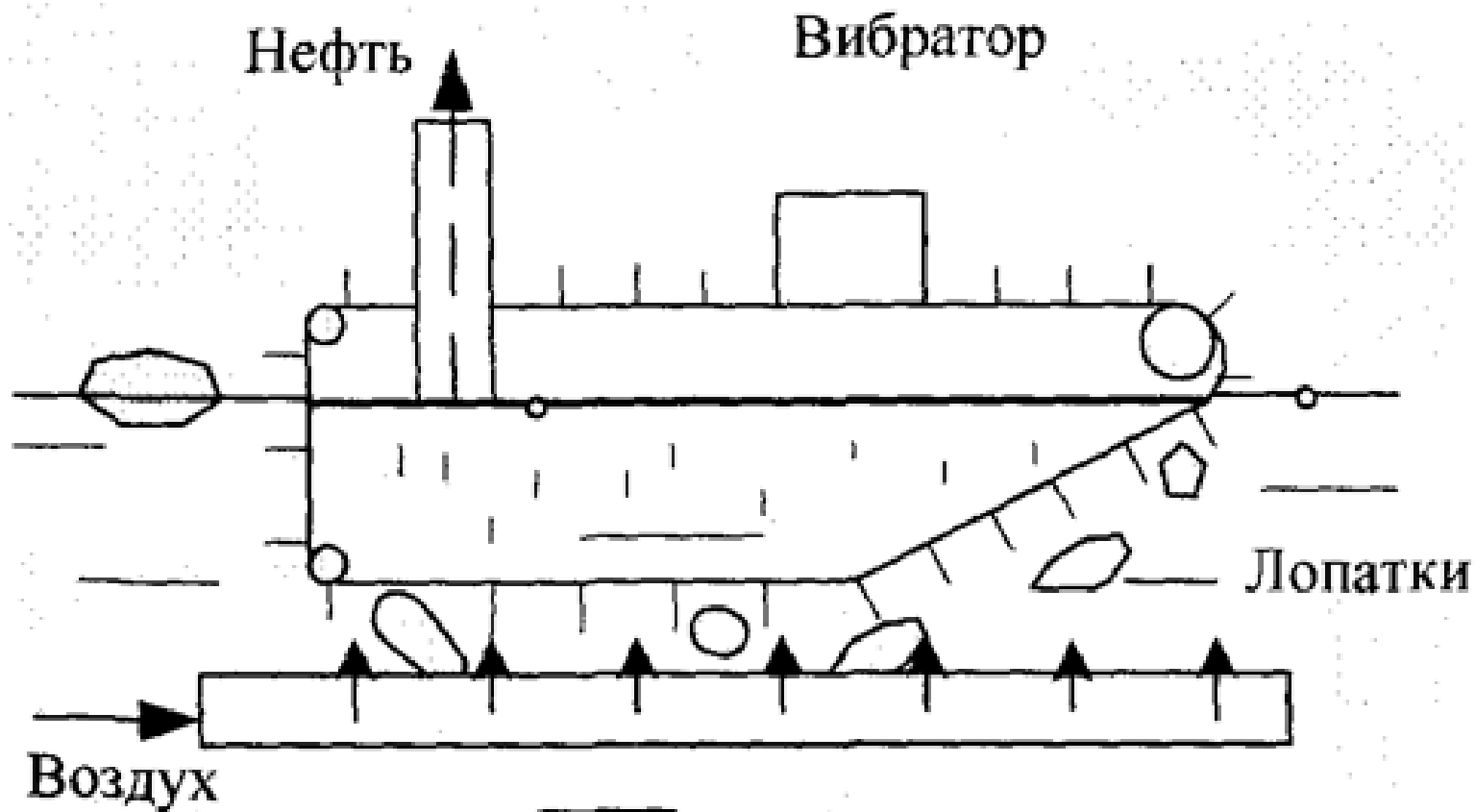


Схема установки по сбору нефти конвейерного типа



Сбор нефти, перемешанной с мелкими обломками льда

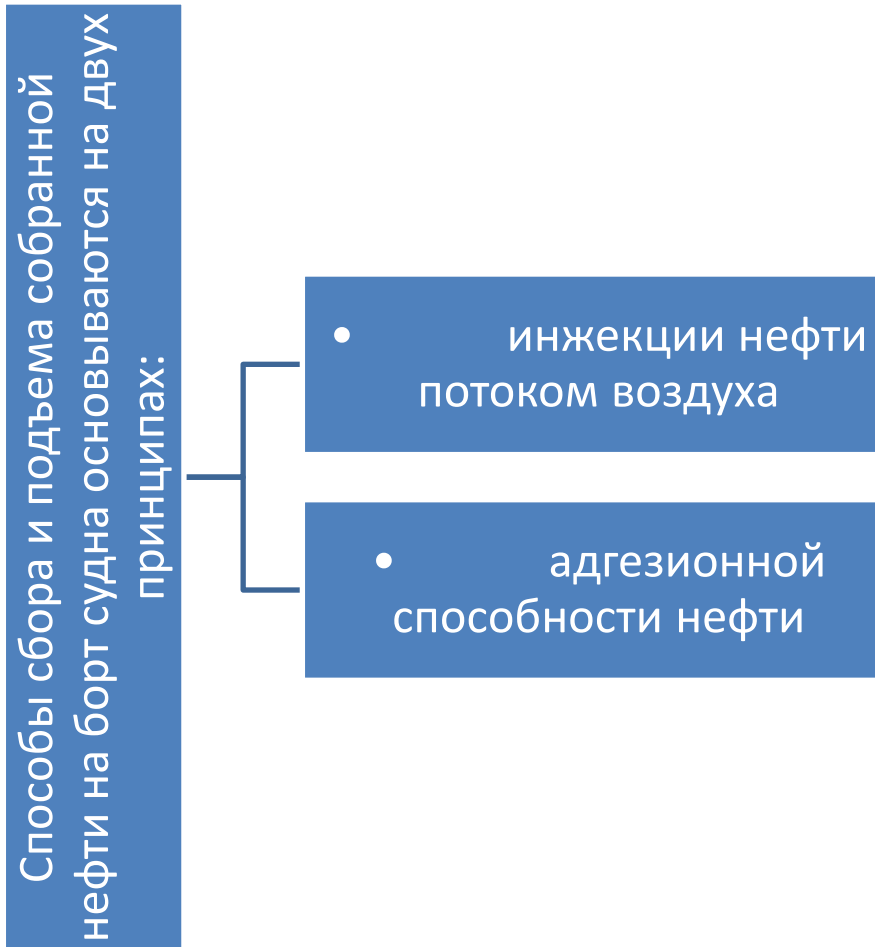
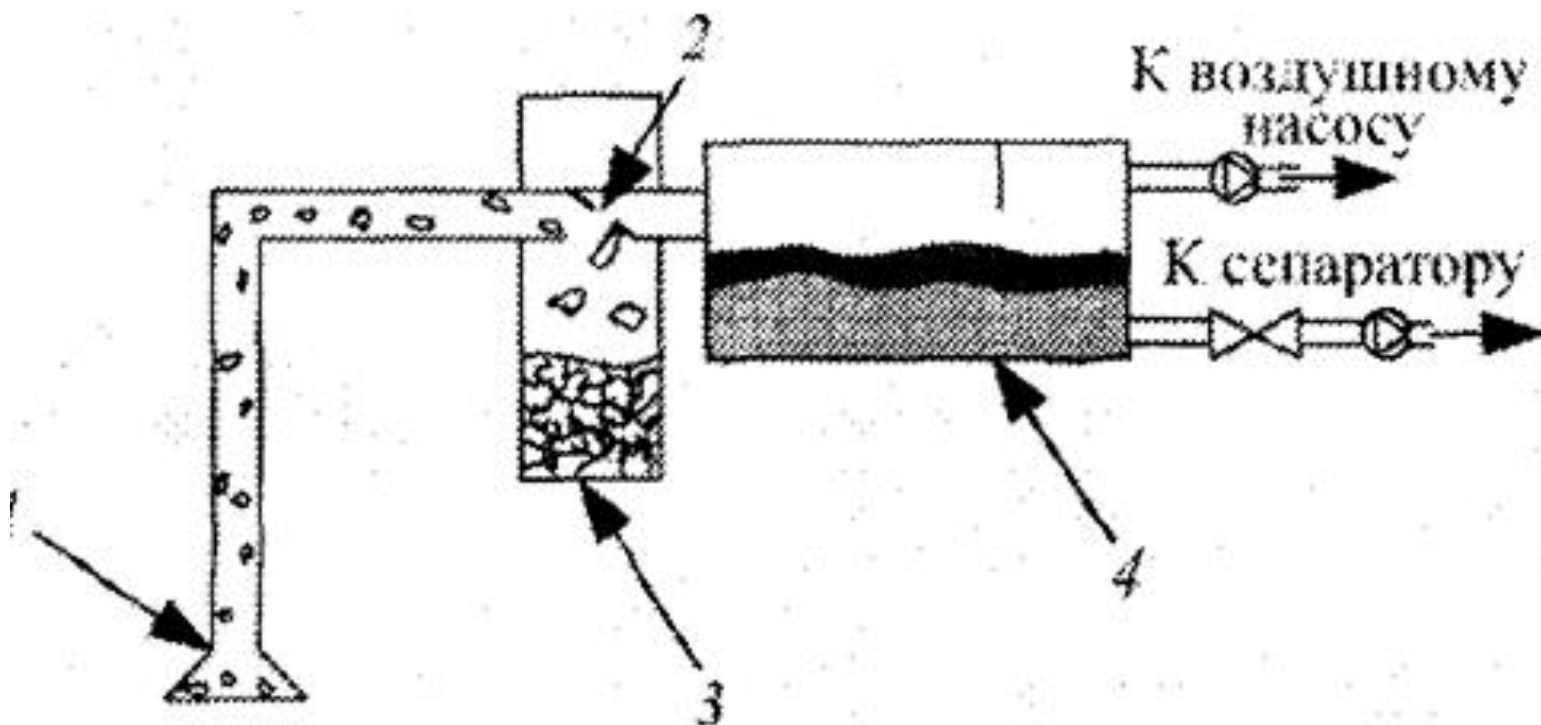
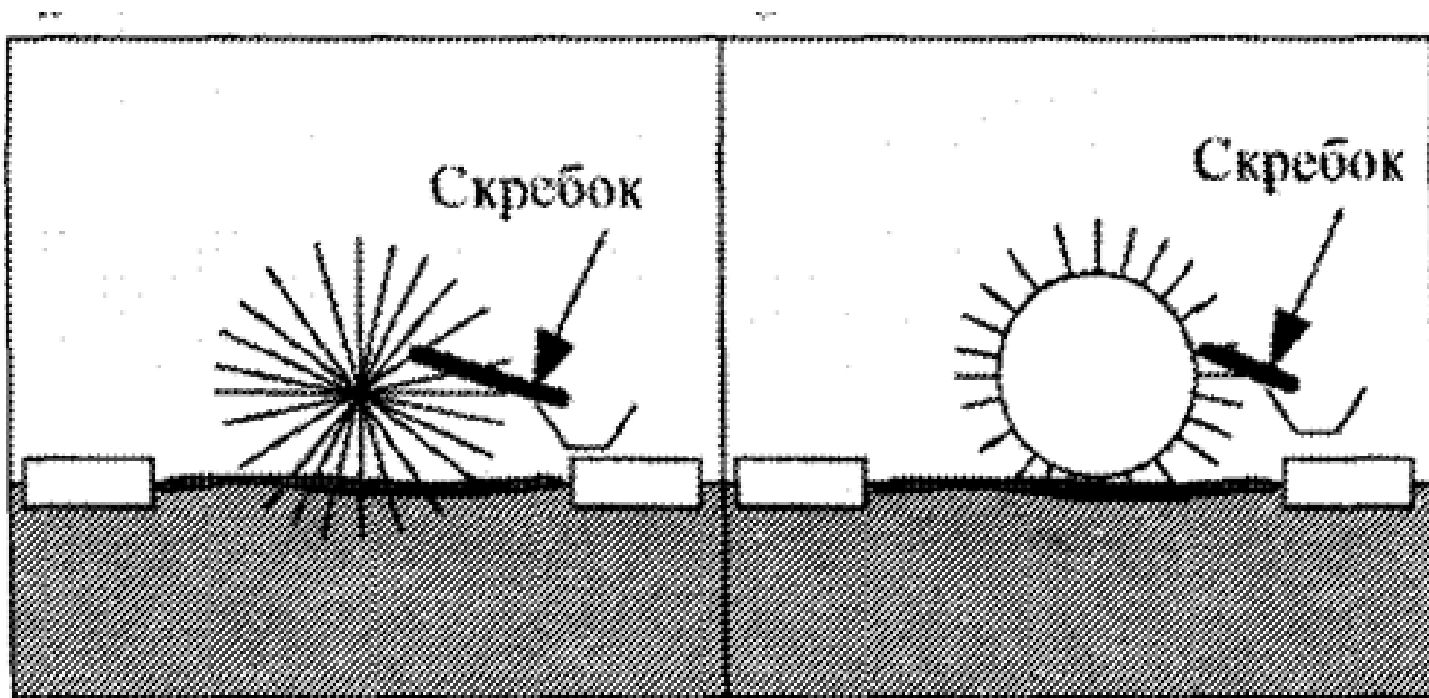


Схема установки воздушного конвейера: 1 — всасывающий патрубок; 2 — заслонка; 3 — емкость для сбора обломков льда; 4 — емкость для сбора водно-нефтяной смеси



Схемы щеточной (а) и щеточно-барабанной (б) установок

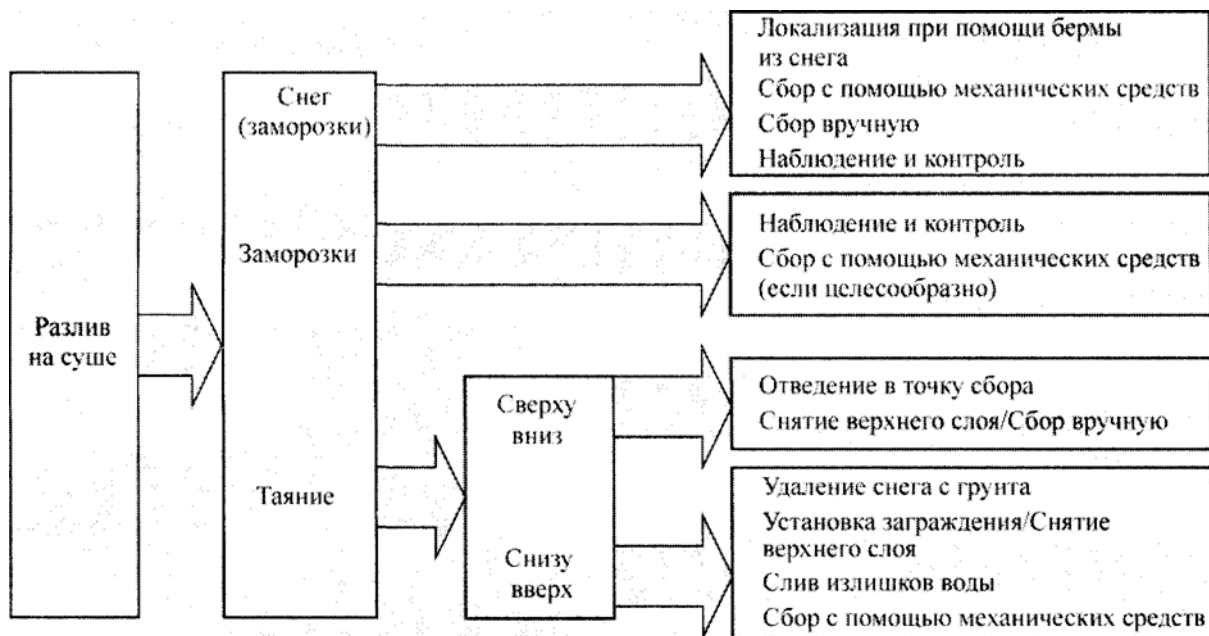


Техническое оснащение судов, принимающих участие в операциях по ЛАРН в ледовых условиях

- средства для экстренной перегрузки нефти (нефтепродуктов) с аварийных судов (насосы, рукава и соединения для приема-передачи, приспособленные для работы с высоковязкой нефтью);
- средства наблюдения за нефтяным разливом (локатор бокового обзора с регулируемой по частоте апертурой на судне, лазерный сканирующий флуорометр на вертолете и др.);
- средства спуска на воду, буксировки, управления и подъема нефтесборного оборудования (слипы, кран-балки, краны, манипуляторы, буксировочные устройства и т. п.);
- трубопроводы и насосы для приема и перекачки водно-нефтяной смеси от других нефтесборных устройств за бортом;
- сепараторы для разделения нефти и воды;
- парогенераторы и паропроводы для обработки и очистки оборудования, загрязненного нефтью;
- катера-бонопостановщики с необходимой мощностью двигателя, способные к автономному плаванию для проведения разведки, участия в нефте-сборных операциях и самостоятельных операциях ЛАРН;
- контрольно-измерительная аппаратура для обеспечения учета операций с нефтью и др.

Естественное восстановление загрязненных
нефтью территорий в зимних условиях

Рекомендуемая схема действий при разливе нефти на грунт зимой



Рекомендуемые действия при разливе нефти на озере, пруду или реке в ледовый период

Нефть подо льдом			Нефть на льду		
тонким	устойчивым	толстым	Формирован ие льда	Промерза ние до дна	Таяние льда (битый лед)
Установка заграждений и обеспечение сбора с помощью плавсредств. На лед не заходить:	Установка заграждений в прорубях (майнах), применение дисперсных сорбентов, сбор	Сбор из прорубе й, закачка сорбент ов под лед	Использова ние плавсредств , создание каналов, механическ ий сбор, сжигание (если допустимо)	Механиче ский сбор, сжигание (если допустим о)	Использова ние плавсредств , сбор с помощью механическ их средств и вручную, сжигание (если допустимо)

