

МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ
НЕФТИ
И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ГРУНТЕ
ПО *EX SITU*-ТЕХНОЛОГИИ

План

- ▶ 1. СПОСОБЫ СБОРА НЕФТИ И ЗАГРЯЗНЕННОГО ГРУНТА, ИХ ТРАНСПОРТИРОВКА
- ▶ 2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ



1. СПОСОБЫ СБОРА НЕФТИ И ЗАГРЯЗНЕННОГО ГРУНТА, ИХ ТРАНСПОРТИРОВКА

Характеристика физических способов сбора

Способ сбора	Степень трудоемкости	Скорость очистки	Количество этапов	Образование отходов
Ручной	Трудоемок	Малая	Многоэтапный	Минимальное
Механизированный:				
- вакуумные системы	»	»	»	Среднее
- грейдер/скрепер	Минимальная трудоемкость	Очень быстрая	Одно/многоэтапны й	»
- погрузчик	Тоже	Быстрая	Одноэтапный	Высокое
- бульдозер	»	»	Многоэтапный	Очень высокое
- экскаватор	»	Средняя	Одноэтапный	Высокое
- скребковый экскаватор /грейфер	»	»	»	»



Характеристика физических способов сбора

Способ сбора	Степень трудоемкости	Скорость очистки	Количество этапов	Образование отходов
Механизированный: - очистители берега	Минимальная трудоемкость	Малая / средняя	Одноэтапный	Низкое
- срезка растительного слоя	Трудоемок	Малая	Многоэтапный	Может быть высокое
Инертные сорбенты	Трудоемок при интенсивном использовании для больших количеств	»	»	Может быть высокое при необходимости частых замен



Ручной способ сбора

- ▶ Как правило, ручной способ сбора применяют при небольших объемах работ, а также при отсутствии или недостатке специальной техники и невозможности ее использования (очень крутые склоны, топкая или лесистая местность и т. д.). Рабочие, занятые сбором нефти, должны быть обеспечены спецодеждой, а при необходимости и средствами защиты органов дыхания. При ручном способе сбора во вспомогательных операциях, таких как погрузка и смыв нефтепродуктов, могут применяться средства малой механизации и другое оборудование. Кроме того, при этом способе сбора возможно применение сорбента, а также различных механических погрузчиков.



Недостатками этого метода являются:

- ▶ • относительно низкие коэффициент и скорость сбора нефти, особенно при тонких пленках;
- ▶ • нецелесообразность применения в открытом море и при сильных течениях и волнении;
- ▶ • необходимость учета потребности в большом количестве дополнительного и вспомогательного оборудования при планировании работ;
- ▶ • применяемые технические средства могут засоряться мусором и льдом.



При ручном способе сбора состав работ следующий:

- ▶ разрыхление грунта вручную;
 - ▶ выбрасывание грунта на бровку (уступ или полку при глубине более 1,5 м) или погрузка грунта на подъемные машины;
 - ▶ установка, разборка и перестановка полок;
 - ▶ перекидка грунта с уступа или полки на бровку;
 - ▶ подкидка грунта по дну котлована;
 - ▶ очистка бермы;
 - ▶ зачистка поверхности дна и стенок.
-



Распределение грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки вручную

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, т/м ³	Грунт		Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, т/м ³	Грунт	
		нелазный	мерзлый			нелазный	мерзлый
1. Алеврит:				4. Бокситы плотные	2,6	VI	—
- слабый	1,5	IVp	—	5. Гравийно-галечные			
- крепкий	2,2	Vp	—	фунты с размером частиц, мм:			
2. Ангидрит	2,9	VI	—	- до 80	1,75	II	Им
3. Аргиллит:			—	- более 80	1,95	III	ШМ
- крепкий плитчатый	2,0	Vp	—	- более 80 с содержанием валунов до 30 об. %	1,9-2,2	IV	—
- массивный	2,2	VI	—				



Распределение грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки

вручную

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, т/м ³	Грунт	
		немерзлый	мерзлый
6. Гипс	2,2	Vp	—
7. Глина:			
- жирная мягкая, без примесей и с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 об. %	1,75-1,80	II	IIIм
- жирная мягкая, с примесью более 10 об. %	1,9	III	IVм
- карбонная мягкая	1,95	III	IVм
- тяжелая ломовая, сланцевая, твердая, карбонная или кембрийская	1,95-2,12	IV	IVм
8. Грунты ледникового происхождения:			
- песок, супесь и суглинок моренные, с примесями гравия, гальки и валунов до 10 об. %	1,75-2,50	II	IIм
- песок и супесь моренные, с примесями гравия, гальки и валунов более 10 об. %	1,75-2,50	III	IIIм
- суглинок моренный, с примесями гравия, гальки и валунов более 10 об. %, а также глина ленточная моренная, с тонкими прослойками мелкозернистого песка	1,75-2,50	III	IVм
- суглинок тяжелый и глина моренная, с примесью гравия, гальки и валунов	1,75-2,50	IV	IVм

Распределение грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки

вручную

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, т/м ³	Грунт	
		нелесный	мерзлый
11. Дресва в коренном залегании (элювий)	2,0	Vp	—
12. Дресвяный грунт	1,8	IVp	—
13. Змеевик (серпентин):			
- выветрившийся	2,4	V	—
- средней крепости	2,5	VI	—
- крепкий	2,6	VII	—
14. Известняк:			
- мягкий пористый выветрившийся	1,2	Vp	—
- мергелистый слабый	2,3	VI	—
- мергелистый плотный	2,7	VII	—
15. Кварцит сланцевый выветрившийся	2,5	VII	—
16. Конгломераты и брекчи:			
- слабоцементированные, а также из осадочных пород на глинистом цементе	1,9-2,1	V	—
- из осадочных пород на известковом цементе	2,3	VI	—
- из осадочных пород на кремнистом цементе	2,6	VII	—
17. Коренные глубинные породы (граниты, гнейсы, диориты, сиениты, порфириты, габбро и др.):			
- крупнозернистые выветрившиеся и дресвяные	2,5	V	—
- среднезернистые выветрившиеся	2,6	VI	—



К недостаткам ручного способа сбора разлившейся нефти относятся:

- ▶ высокая трудоемкость, малая производительность, сложности при организации работ (доставка людей, переодевание, прием пищи, медицинская помощь и т. п. в соответствии с существующими нормативами). Загрязненные или мокрые скальные породы, гравий, галька или склоны холмов и оврагов могут быть очень скользкими, а это ведет к падениям и травмам. При больших объемах работ к ним привлекается много людей, и результатом движения людей и техники могут быть повреждение и уничтожение растительности или вдавливание нефти в нижние слои грунта и беспокойство представителей животного мира на прилегающих территориях, например гнездящихся птиц. Стоимость работ может быть очень высока. Восстановленный грунт помещается на прежнее место также ручным способом
-



Распределение нескальных и разборно-скальных грунтов по группам в зависимости от способа рыхления

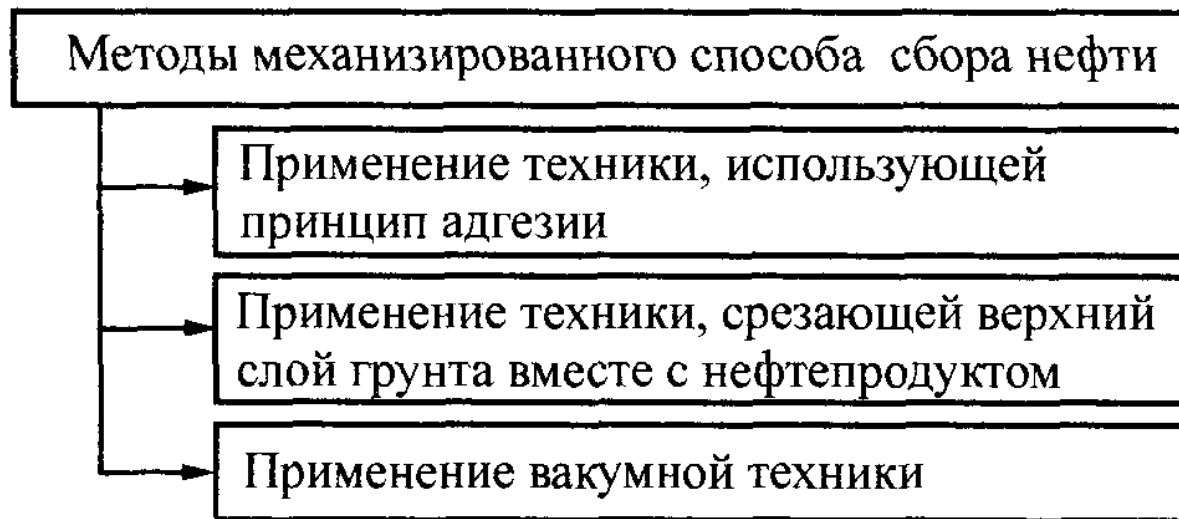
Способ рыхления	Группа грунта
Лопатами	I
Лопатами с частичным применением кирок	II
Пневматическими отбойными молотками или ломами	III
Пневматическими отбойными молотками или клиньями	IV, IVp, Vp, V-VII и мерзлые грунты
	всех групп




Нормы времени на копание 1 м³ грунта при послойной разработке, ч

Условия работы	Глубина разрабатываемого слоя, м	Группы грунта					
		I	II	III	IV	IVp	Vp
При отсутствии креплений	До 1	0,85	1,3	1,9	2,8	3,8	5,3
	Более 1 до 1,5	1	1,5	2,2	3	4	5,9
	Более 1,5 до 2	1,3	1,9	2,7	3,8	4,4	6,4
	Более 2 до 3	U	2,3	3,3	4,4	5,2	7,3
	Более 3 до 4	2,2	2,9	4	5,3	6,1	8,3
При наличии креплений	До 1	1,1	1,6	2,4	3,5	4,8	6,6
	Более 1 до 1,5	1,3	1,8	2,8	3,8	5	7,4
	Более 1,5 до 2	1,7	2,3	3,4	4,8	5,5	8
	Более 2 до 3	2,1	2,9	4,1	5,5	6,5	9,1
	Более 3 до 4	2,8	3,6	5	6,6	7,6	10,5

Методы механизированного сбора, применяемые при ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН), по принципу действия можно классифицировать следующим образом.



-
- ▶ Применение техники, использующей принцип адгезии (налипание нефти на рабочие органы установок — диски, щетки и т. д.), удобно при проведении операций по ЛАРН в теплое время года, а также в случае, если нефтепродукт обладает хорошей текучестью; в других случаях оно нецелесообразно.
 - ▶ К недостаткам такой техники относится то, что она не может собрать с неровной твердой поверхности большую часть нефти. Кроме того, сбор затрудняют ветки и другая растительность. Вместе с нефтепродуктом происходит сбор мусора и частично грунта, что ведет к быстрому износу щеток и съемного устройства и повышает количество отходов. Данный метод не применяется для сбора загрязненного грунта.
-
- 

Возможности использования типичных землеройных машин

Средство	Принцип действия	Возможности применения
Грейдер	Двигаясь, сгребает в сторону тонкий слой загрязненной породы, образуя насыпь. При двойном прохождении возможна утечка. Лучше создавать несколько насыпей, чем продвигать одну	Ограничены достаточно твердыми и ровными песчаными пляжами. Снижение давления в шинах может расширить зону проведения операции
Скрепер-подъемник	Двигаясь, сгребает с поверхности тонкий слой загрязненной породы, которая собирается в хоппер	То же. Может использоваться для удаления насыпей
Погрузчик	Ковш поднимает загрязненный грунт для погрузки в грузовик или перемещения на место временного хранения. При поверхностном загрязнении ковш должен поднимать тонкий слой породы во избежание захвата чистого грунта	Может работать на большинстве грунтов, удаляя нефть с их поверхности и из толщи. Проходимость снижается с увеличением размера частиц породы. Пригоден для удаления насыпей
Экскаватор	То же. Выносная стрела может дотянуться с платформы или чистого участка	Может работать на большинстве грунтов и на крутых склонах, удаляя нефть с поверхности и из толщи грунта. Проходимость снижается с увеличением размера частиц породы



Возможности использования типичных землеройных машин

Средство	Принцип действия	Возможности применения
Бульдозер	Нож сгребает загрязненный фунт для сбора и перевозки другим оборудованием	Может работать на большинстве грунтов, удаляя нефть с их поверхности и из толщи. Проходимость снижается с увеличением размера частиц породы. Наименее пригодная из землеройных машин, т. к. имеет минимальный контроль глубины среза, может замешать нефть в грунт
Скребковый экскаватор/грейфер	Ковш поднимает загрязненный грунт для погрузки в грузовик или перемещения на место временного хранения. Выносная стрела может дотянуться с платформы или чистого участка	Может работать на большинстве грунтов, удаляя нефть с поверхности и из толщи грунта. Слабый контроль глубины захвата



Временное хранение нефти и нефтесодержащих отходов

- ▶ **Сроки окончания ликвидации амбаров и рекультивации земли, сут (РД 153-39.4Р-130-2002)**

Суммарный объем амбара, м ³	Освобождение амбаров от нефти после завершения плановых работ	Засыпка и рекультивация
До 2000	1	2
2000-5000	2	3
5000-20 000	3	4
20 000-30 000	4	5



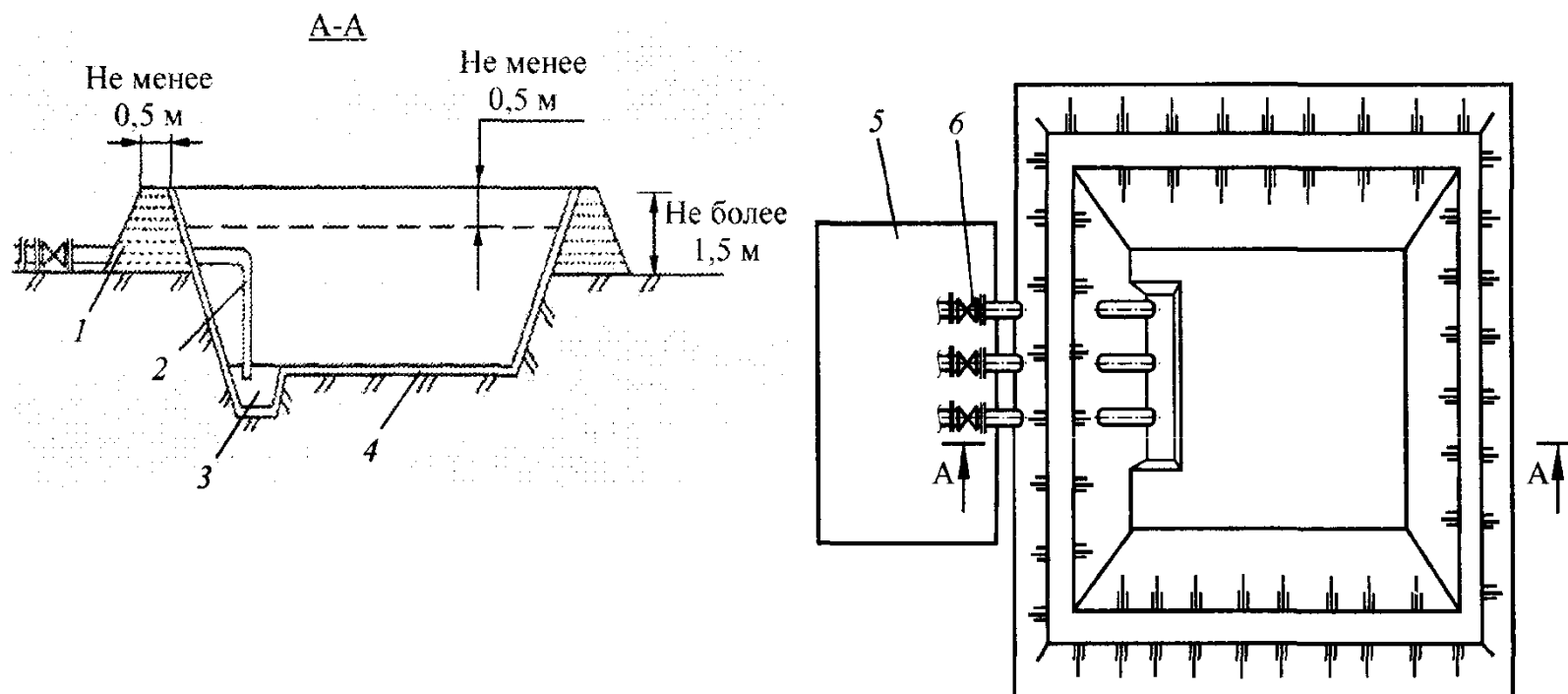
Схема заглубленного амбара:

1 — земляной вал; 2 — прямо-раздаточный трубопровод Ду 150-200 мм;

3 — приямок; 4 — герметизирующий слой;

5 — площадка для размещения подпорных насосов;

6 — задвижка Ду 150-200 мм



Техническая характеристика котлована и резервуара открытого типа для кратковременного хранения нефти

Показатели	ОР-300	ОР-1000
Объем резервуара, м ³	300	1000
Оптимальный размер котлована, м	1800	1950
Габаритные размеры полотноща резервуара, м:		
-длина	20	40
- ширина	20	20
Габаритные размеры секций, м:		
-длина	10	10
- ширина	20	20
Количество секций	2	4
Масса резервуара, кг	450	900
Срок службы, лет	5	5

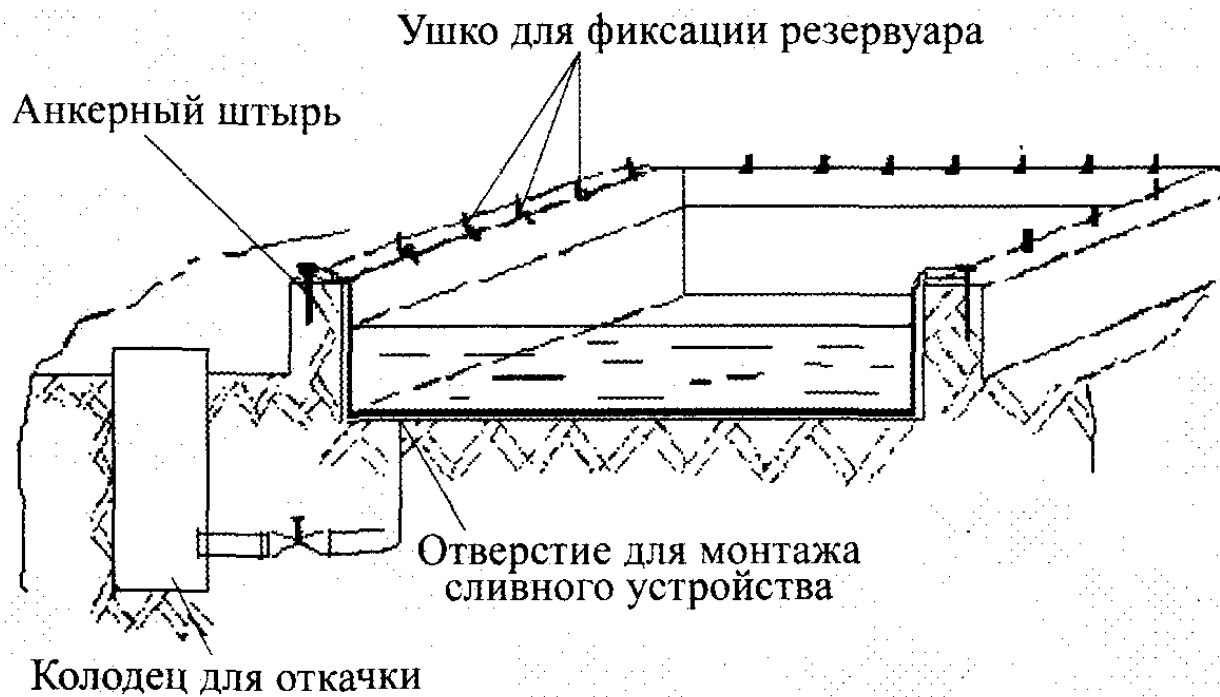


Техническая характеристика эластичных резервуаров

Показатели	Вместимость, м ³					
	6	10	25	50	150	200
В заполненном состоянии, мм:						
-длина	3900	5200	9200	7600	18000	18000
- ширина	2600	2300	3700	3700	7000	10000
- высота	900	1200	1000	1000	1400	1600
В упакованном состоянии, мм:						
-длина	1600	1600	1500	2000	2500	2500
- ширина	600	700	1500	1600	1300	1300
- высота	300	400	180	260	600	750
Масса, кг	130	170	255	540	1250	1600



Схема резервуара открытого типа





2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Методы утилизации и обезвреживания

- • биологические методы:
 - ▶ компостирование,
 - ▶ возделывание земли,
 - ▶ отвал грунта;
- ▶ • физико-химические методы:
 - ▶ дегалогенирование,
 - ▶ промывка почвы,
 - ▶ затвердевание;
- ▶ • термические методы:
 - ▶ электрическая дуга,
 - ▶ термическая десорбция,
 - ▶ сжигание,
 - ▶ газификация,
 - ▶ пиролиз,
 - ▶ коагулирование.



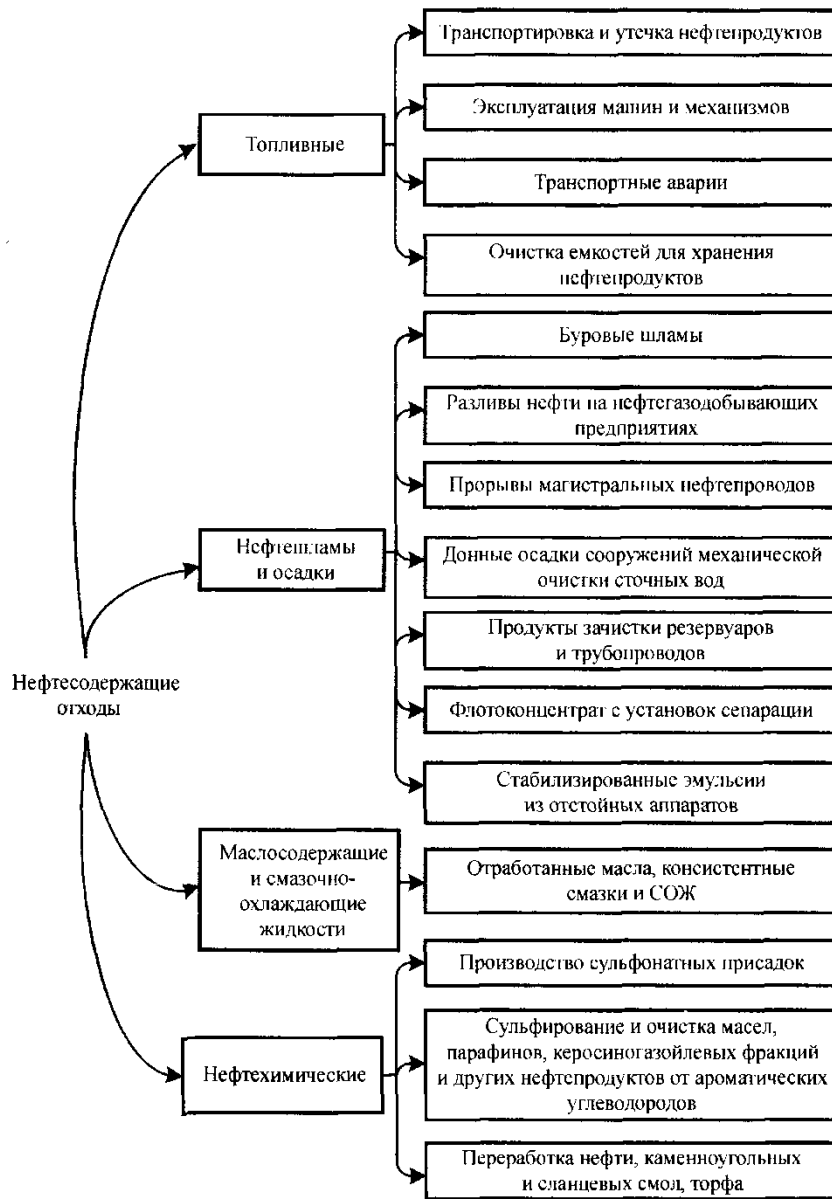
-
- ▶ К биологическим методам обезвреживания нефтесодержащих отходов относят микробио-деградацию, биопоглощение и перераспределение токсикантов.
 - ▶ *Микробиодеградация* — это деструкция органических веществ определенными культурами микрофлоры, внесенными в грунт. Процесс биоразложения протекает с заметной скоростью при оптимальной температуре и влажности, которая может быть создана в технологиях *ex situ*.
 - ▶ *Биопоглощение* — это способность некоторых растений и простейших организмов ускорять биодеградацию органических веществ или аккумулировать загрязнения в клетках.
 - ▶ Недостатком биотехнологических процессов является невысокая скорость протекания процессов, что сильно увеличивает капитальные вложения при сооружении промышленных объектов по утилизации нефтесодержащих отходов этими методами. Важнейшей задачей ученых сегодня является оптимальный подбор микроорганизмов, бактерий, грибов для определенных видов нефтесодержащих отходов. Работы ведутся по ускорению роста бактерий и поиску оптимальных параметров среды в целях сокращения цикла переработки отходов.
-
- 

-
- ▶ К физико-химическим методам обезвреживания нефтесодержащих отходов относят промывку, стабилизацию и отвердевание.
 - ▶ *Промывка* осуществляется в различного рода агрегатах с использованием химических реагентов; при этом они должны полно и достаточно просто регенерироваться с небольшими энергозатратами. В качестве растворителей могут использоваться спирты водных растворов ПАВ.
 - ▶ *Химическая нейтрализация* в зависимости от типа реагента происходит путем осаждения, окисления— восстановления, замещения или ком-плексообразования.
 - ▶ Для стабилизации используют неорганические вяжущие вещества типа цемента, золы, силикатов калия и натрия, извести и гелеобразующих веществ (бентонита или целлюлозы). Недостатком стабилизации и отвердевания является неустойчивость вяжущих веществ к атмосферной и грунтовой влаге, быстрым изменениям температуры, в результате чего происходит разрушение композиционного материала. Объем отходов после стабилизации и отвердевания уменьшается в 2 раза.
-
- 

К термическим методам обезвреживания отходов относятся сжигание, газификацию и пиролиз.

- ▶ *Сжигание* — наиболее отработанный и используемый метод. Сжигание осуществляется в печах различных конструкций при температуре не менее 1200 °С. Газы, образующиеся при сгорании органической части отходов, необходимо очищать от диоксида углерода, паров воды, оксидов азота и серы, аэрозолей, оксида углерода, бензо[а]пирена и диоксинов. Золу, которая накапливается в нижней части печи, периодически утилизируют на полигоне (захоранивают) или используют в производстве цемента.
- ▶ *Газификация* — метод, который используется в металлургии в вихревых реакторах или печах с кипящим слоем при 600-1100 °С в атмосфере газифицирующего агента (воздуха, кислорода, водяного пара, диоксида углерода или их смеси). В результате реакции образуются синтез-газ (H_2+CO), туман из жидких смолистых веществ, бензо[а]пирен и диоксины. Реакция газификации протекает в среде с восстановительными свойствами, поэтому оксиды азота и серы практически не образуются. Горючая смесь водорода и оксида углерода сжигается на горелках при 1400-1600 °С или используется в каталитическом процессе синтеза метилового спирта.
- ▶ *Пиролиз* нефтесодержащих отходов проводят при 600-800 °С с вакуумированием реактора. При этом протекают реакции коксо- и смолообразования, разложения высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкую и газообразную фракции, а если углеводородные отходы содержат серу, то образуются также сероводород и меркаптаны. Оксиды азота и серы практически не образуются.

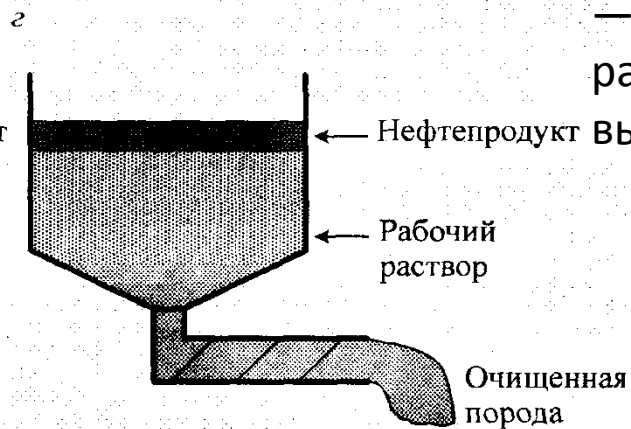
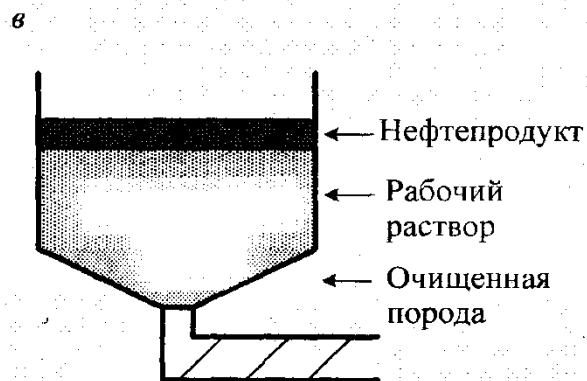
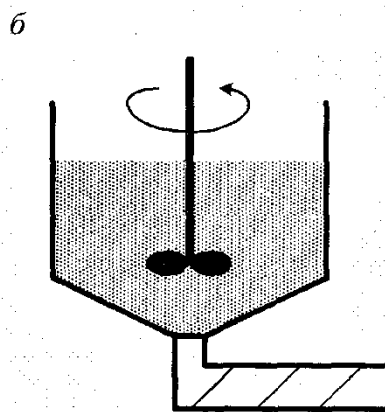
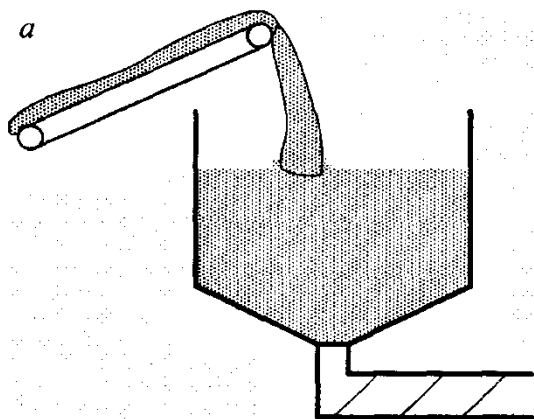




Классификация нефтесодержащих отходов



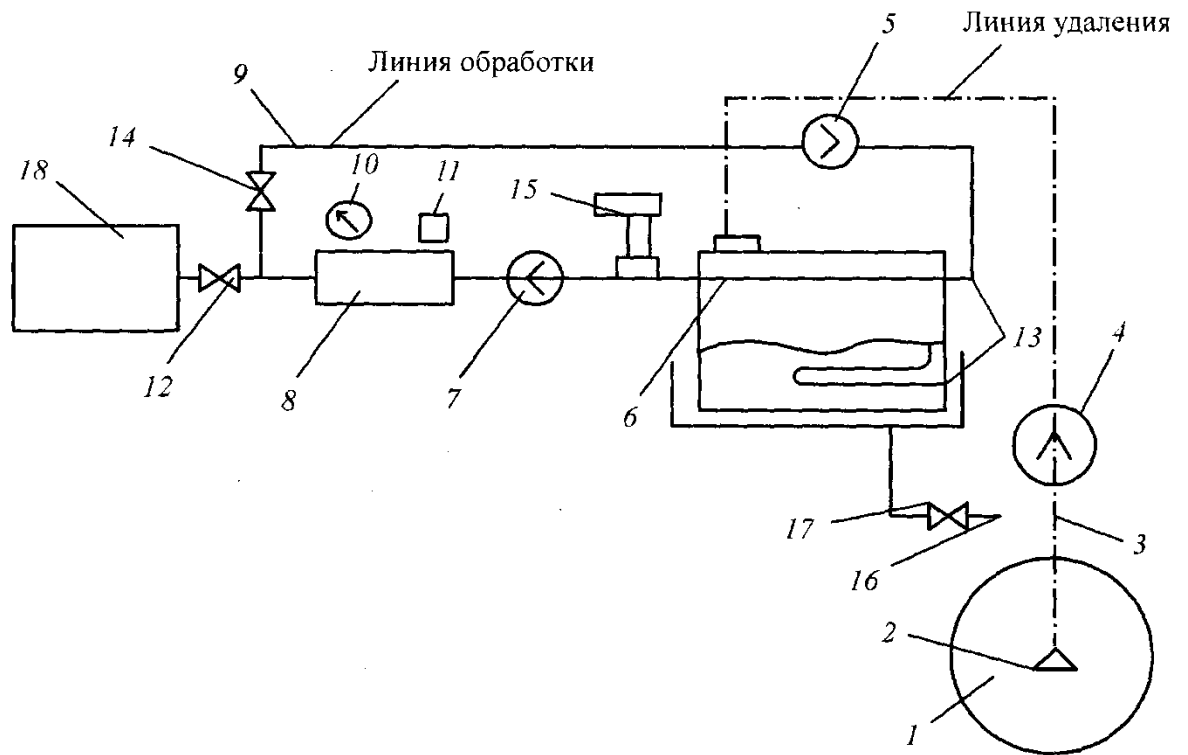
Отмыв с помощью щелочных очистителей



Стадии технологического процесса очистки нефтесодержащих отходов: *a* — загрузка; *б* — перемешивание; *в* — разделение; *г* — выгрузка

Отмыв с помощью ультразвукового кавитационного устройства

- ▶ Схема установки, используемой компанией «АЛМАЗ-ЭКО»
- ▶ при очистке и переработке твердых и жидких фракций нефтесодержащих отходов:
- ▶ 1 — амбар для хранения нефтесодержащих отходов; 2 — всасывающий патрубок; 3 — гибкий шланг; 4 — вакуумный насос
- ▶ с электродвигателем для удаления нефтешлама; 5 — мазутный фильтр; 6 — емкость для накопления и обработки нефтешлама;
- ▶ 7 — насос с электродвигателем; 8 — ультразвуковое кавитационное устройство; 9 — трубопровод; 10 — манометр;
- ▶ // — термометр; 12, 14, 17 — задвижки; 13 — змеевик для подогрева нефтешлама; 15 — дозирующее устройство;
- ▶ 16 — дренажный трубопровод для слива воды; 18 — приемная емкость



Очистка органическими биоразлагаемыми продуктами (ОБП) с помощью мобильной установки на базе стандартного автобетоносмесителя

- ▶ Мобильная установка для очистки загрязненных грунтов:
- ▶ 1 — привод перемешивающего барабана;
- ▶ 2 — бак для раствора ОБП; 3 — перемешивающий барабан;
- ▶ 4 — загрузочное устройство; 5 — секционный лоток;
- ▶ 6 — насос

