

# **«Свойства грузов»**

- **Груз** – объект (в том числе изделия, предметы, полезные ископаемые, материалы, сырье, отходы производства и потребления), принятый в установленном порядке для перевозки в грузовых вагонах, контейнерах.

Задачей «Грузоведения» является изучение **транспортных характеристик** грузов, то есть таких специфических свойств, присущих данному грузу, которые проявляются в процессе транспортировки и определяют:

- условия перевозки грузов (выбор вида транспортного средства: открытый подвижной состав, универсальный подвижной состав, рефрижераторный подвижной состав и др);
- условия перегрузки грузов (средства механизации, используемые при погрузочно-разгрузочных работах);
- условия хранения (открытая площадка, крытый склад) ;
- требования к техническим средствам, осуществляющим эти операции.

# К транспортным характеристикам

груза относят:

- физико-химические свойства (сыпучесть, гигроскопичность, вязкость и т.д.);
- объемно - массовые характеристики (плотность, погрузочный объем и т.д.);
- свойства, определяющие степень опасности груза (взрывчатые, ядовитые вещества);
- тара и упаковка груза

## **Факторы, воздействующие на груз в процессе перевозки**

- - **взаимодействие груза с внешней средой** (температура окружающей среды, влажность, газовый состав воздуха, запыленность, свет, наличие микроорганизмов)
- - **механические воздействия** на груз при перевозке и производстве ПРР (*статические* нагрузки, *динамические* – возникающие при движении и соударении вагонов).
- **неудовлетворительное состояние подвижного состава и складских устройств** (щели в кузовах вагонов, нарушения температурного режима для скоропортящихся грузов и д

## Номенклатура грузов

*ЕТСНГ* - Единая тарифно-статистическая номенклатура грузов

*ГНГ* - Гармонизированная номенклатура грузов. Служит для описания и кодирования грузов в международном грузовом сообщении стран – членов ОСЖД

*ОСЖД* - Организация сотрудничества железных дорог,

*СМГС* - Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении, или применяющих положения СМГС.

*МТТ* - Международный транзитный тариф

# Разделы ЕТСНГ

- Раздел 1. Продукция сельского хозяйства
- Раздел 2. Продукция лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности
- Раздел 3. Руда металлическая
- Раздел 4. Продукция топливно-энергетической промышленности
- Раздел 5. Минеральное сырье, минерально-строительные материалы и изделия. Абразивы
- Раздел 6. Продукция металлургической промышленности
- Раздел 7. Продукция машиностроения, приборостроения и металлообрабатывающей промышленности
- Раздел 8. Продукция химической промышленности
- Раздел 9. Продукция пищевой, мясомолочной и рыбной промышленности
- Раздел 10. Продукция легкой и полиграфической промышленности
- Раздел 11. Прочие грузы
- Раздел 12. Продукция органической химии

## ГНГ содержит:

- перечень позиций, состоящий из 22 разделов, 99 глав;
- аналитический список грузов;
- алфавитный список грузов.
- Для обозначения грузов используется восьмизначный код
- ГНГ создана на основе Гармонизированной системы описания и кодирования товаров *Всемирной таможенной организации (ГС)*

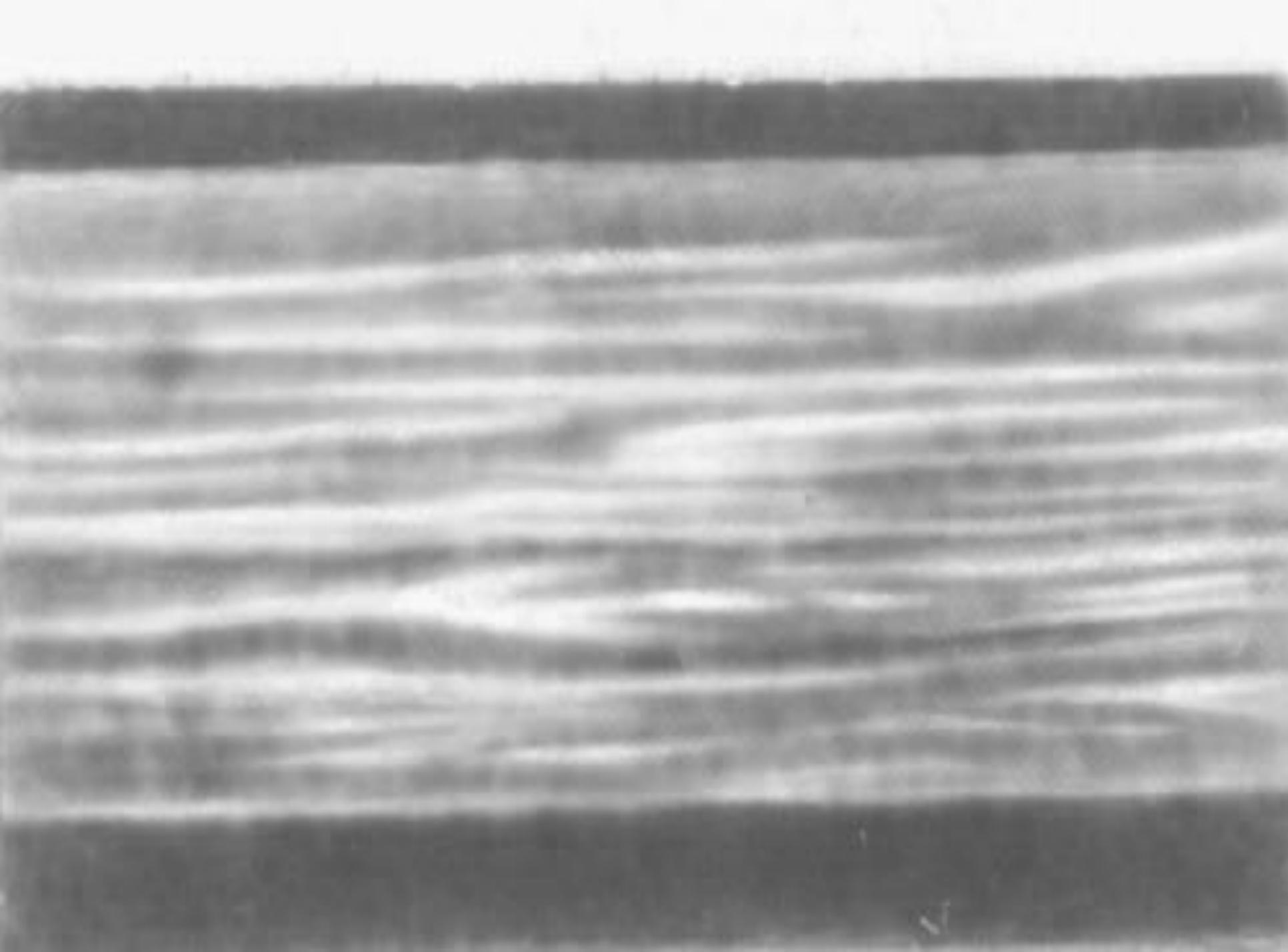
# **. Вязкость и давление жидких грузов**

- **Вязкость** является важной характеристикой наливного груза, так как от нее зависит скорость перекачки груза и величина остатка его в танке (налипание).
- **Вязкость (внутреннее трение между частицами вещества) — свойство жидкостей и газов, характеризующее сопротивление действию внешних сил, вызывающих их течение.**



- По гипотезе Ньютона при сдвиге соседних слоев возникает сила противодействия, прямо пропорциональная скорости относительного сдвига:
- $\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dn}$  (напряжение сдвига в Па),
- где  $\frac{dv}{dn}$  — численное значение градиента скорости.

- При течении жидкости ее слои движутся с разной скоростью.
- Градиент скорости – это изменение скорости в направлении перпендикулярном направлению скорости, рассчитанное на единицу расстояния между слоями.  
Размерность Гр.Скор. – м/(мс), т.е. – сек<sup>-1</sup>.



- **Коэффициент пропорциональности  $\mu$**  называется коэффициентом динамической вязкости, или динамической вязкостью (Размерность  $\mu$  – Пас или  $\text{кг}/(\text{м}\cdot\text{с})$ ).
- ***Абсолютной (динамической) вязкостью***, или коэффициентом внутреннего трения  $\mu$ , называется сила сопротивления относительно движению двух слоев жидкости, каждый площадью в  $1 \text{ м}^2$ , находящихся на расстоянии  $1 \text{ м}$  друг от друга и движущихся со скоростью  $1 \text{ м/с}$  относительно друг друга при приложении на один из слоев силы в  $1 \text{ Н}$  в направлении этого слоя.

- **Динамическая вязкость  $\mu$**  опеределает коэффициент внутреннего трения

$$F = \mu \cdot S \cdot \frac{dV}{dx} \quad \left[ \frac{H \cdot c}{M^2} \right]$$

где  $F$  - сила внутреннего трения (Н);

$S$  - площадь слоя жидкости, м<sup>2</sup>;

$\frac{dV}{dx}$  - градиент скорости движения слоев жидкости в направлении, перпендикулярном направлению движения, 1/с.



- Единица динамической вязкости— паскальсекунда (Па·с).
- В системе СГС единицей динамической вязкости является дина-секунда на квадратный сантиметр (динс/см<sup>2</sup>), носящая наименование - пуаз (П).  
 $1\text{П}=1\text{Пас}\cdot 10^{-1}$ .
- **Кинематической вязкостью  $\nu$**  называется отношение коэффициента динамической вязкости к плотности  $\rho$  жидкости.:
- $\nu = \mu / \rho$

Этот насос на борту танкера класса VLCC может перекачивать до 5,000 м<sup>3</sup>/час



- **Кинематическая вязкость выражается в квадратных метрах в секунду ( $\text{м}^2/\text{с}$ ) или в стоксах ( $\text{см}^2/\text{с}$ ).**
- **В РФ вязкость определяется методами, изложенными в ГОСТ 6258—52 (условная), ГОСТ 33—66 (кинематическая), а также в ГОСТ 7163—63, 3153—51, 2400—51, 3546—60, 1532—54.**

***Кинематическая вязкость  $\nu$***  определяется отношением динамической вязкости к ее плотности

$$\nu = \frac{\mu}{\rho_{\text{плотн}}}$$

где  $\rho_{\text{плотн}}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>

***Условная вязкость*** - отношение времени истечения 200 см<sup>3</sup> продукта при температуре измерения к времени истечения 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при температуре 20 °С



- **Вязкость жидкостей зависит от температуры и давления.**
- **С повышением температуры вязкость жидкостей уменьшается, с увеличением давления — увеличивается.**
- **Для газов зависимость другая: с повышением температуры вязкость увеличивается.**



- **Вязкость определяет технологию перевозки, скорость перекачки груза, остаток в емкости.**
- **При изменении вязкости перекачиваемой жидкости меняется режим работы насосов всех типов: подача, напор, мощность и коэффициент полезного действия (к. п.д.).**
- **При 80—100°С вязкость тяжелых нефтей приближается к вязкости легких.**

# Вязкость грузов

Гр	Условная вязкость при температуре 50 °С	Температура застывания, °С	Наименование грузов по группам вязкости
1	5 – 15	(-15) – 0	Глицерин, мазут прямой гонки и флотский, автолы и др.
2	16 – 25	(+1) – (+15)	Анилин, бензол, жир китовый, мазут смазочный, масла растительные и др.
3	26 – 40	(+16) – (+30)	Каустик жидкий, кислота серная, масло авиационное, масло кокосовое, нефть ухтинская, олеум, патока и др.
4	Свыше 40	Выше (+30)	Битумы, гудрон, саломас, парафин спичечный, смола каменноугольная, пек жидкий и др.

- **В эксплуатационных расчетах в качестве минимальной температуры подогрева нефтепродуктов принята температура 50 °С.**
- **При меньшей температуре перекачка мазутов и других высоковязких нефтепродуктов центробежными насосами неэффективна.**
- **Высокая вязкость многих наливных грузов делает необходимым оборудование судовых и береговых емкостей системами подогрева груза.**



- **Потребная мощность насосов при ламинарном движении жидкости прямо пропорциональна, а при турбулентном движении пропорциональна корню третьей или четвертой степени из значения кинематической вязкости.**

- Жидкости с высокой вязкостью вызывают большое сопротивление при их перекачке насосами и часто требуют их подогрева перед погрузкой и выгрузкой.
- Высоковязкие грузы в некоторых случаях могут вызывать остаточный крен судна.



**4-х осная цистерна для перевозки светлых нефтепродуктов производства ГУП ПО «Уралвагонзавод»**



# 4-х осная цистерна с парообогревателем для перевозки вязких нефтепродуктов





# бункерный вагон для нефтебитума





# Автоцистерны

НЗАС-6606, V = 10450 л



# Автоцистерны

Ац-20-8005,  $V = 20000$  л





ПОСТРОЕН  
25-07-1986 г.  
ЖД ДАГОБ 5-01 ТРИКМАШ

66.7t

773 28425

ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ  
ИЛИ ЦИСТЕРНЫ КОЛЛЕКЦИОН  
НЕ КРЫШКИ ЗАКРЫТЬ

С ГОРКИ НЕ СКАТЬ

ЦИСТЕРНА  
ТЕРМОС

773 28425



СССР  
770

57.3T

770-3876

МИНВОДА

ЦИСТЕРНА  
ТЕРМОС

МИНВОДА

ЦИСТЕРНА НЕ СЪСХКАТ

МИНВОДА

770-3876



MOROKO

77-0435

77-0436

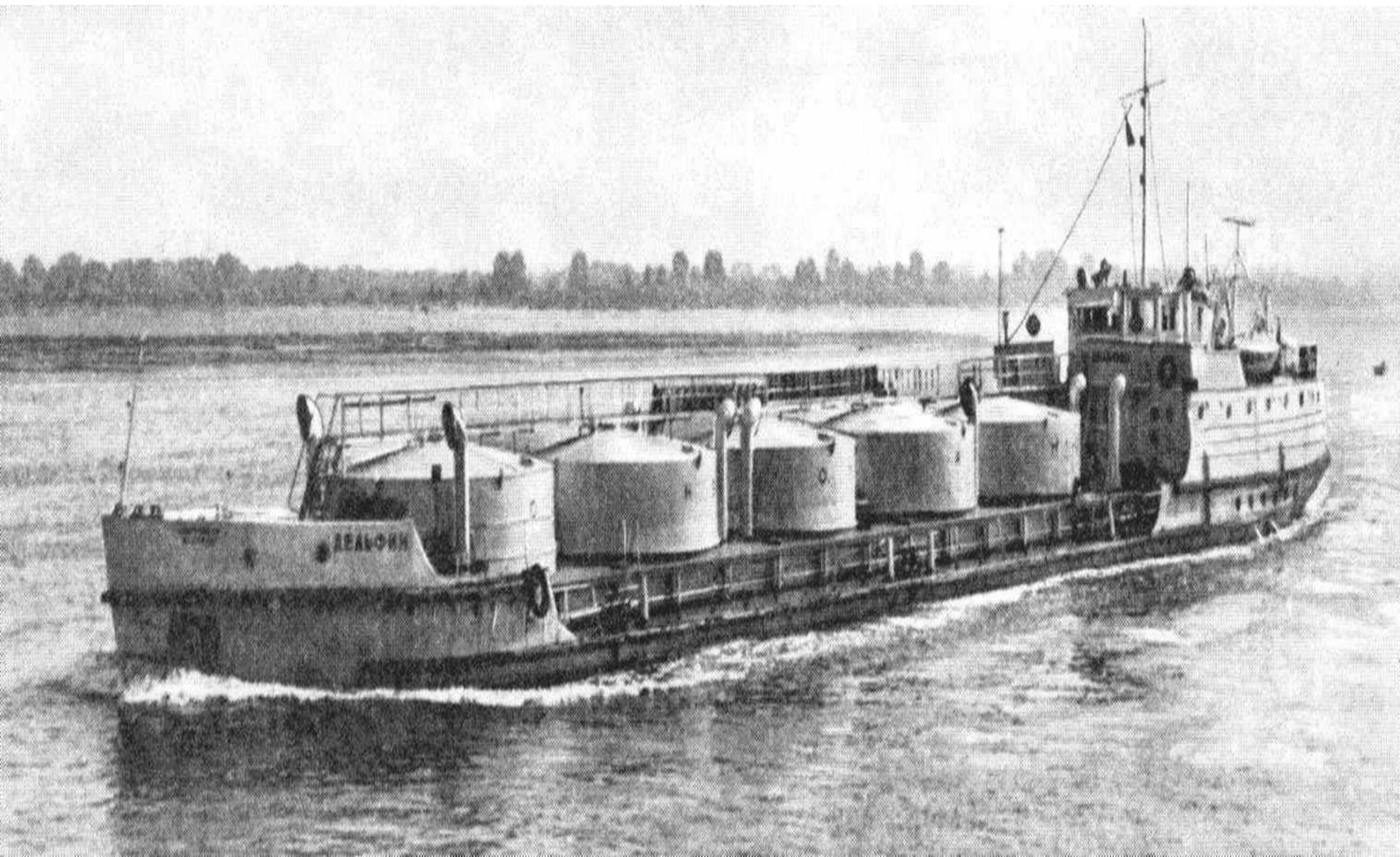
**МОЛОКО**



# Погрузка танкера на нефтяном терминале



# Речной газовоз



**Сыпучесть, слеживаемость,  
смерзаемость, спекаемость  
навалочных грузов**

**Сыпучесть и разжижение  
грузов**

- ***Насыпью*** перевозят грузы, представляющие собой однородную массу фракционных составляющих твердых частиц в форме порошка, зерен, гранул, капсул, обладающих подвижностью (сыпучестью).
- К ним относятся, например, рожь, пшеница, рис и другие зерновые грузы; песок строительный, формовочный и другой; концентраты железорудные; мука пищевая; мука доломитовая и другие грузы.
- ***Навалом*** в непакетированном виде перевозят грузы, погрузка которых производится без счета мест (штук) и которые по своим свойствам не могут быть отнесены к насыпным грузам. Например, чушки чугунные, камень природный, дрова и другие грузы.

- Сыпучесть и разжижение навалочных и насыпных грузов являются важными характеристиками, определяющими условия безопасности перевозки таких грузов.
- Важную роль играет сыпучесть груза в перегрузочном процессе и технологии складирования грузов.



- *Сыпучестью* называется способность зернистого материала перемещаться под действием сил тяжести или динамического воздействия.
- **Сыпучесть груза, характеризующая степень подвижности его частиц, оценивается величинами угла естественного откоса и угла внутреннего трения, а в общем случае — величиной сопротивления сдвигу.**



# Гранулометрический состав груза

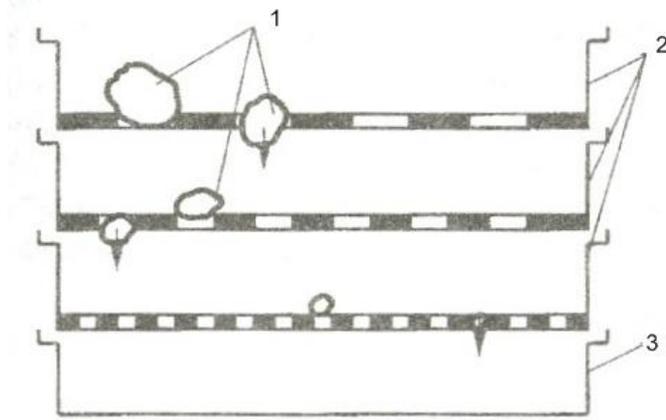


Схема устройства для определения гранулометрического состава

- 1-просеиваемый материал;
- 2-набор сит с разным диаметром;
- 3- поддон для мелкой фракции.

- *Гранулометрический состав* насыпного и навалочного груза характеризуется количественным распределением составляющих частиц по крупности

- Во время рейса под воздействием качки судна сыпучий груз, имеющий свободную поверхность, пересыпается с одного борта на другой, в результате чего судно может получить опасный крен и даже перевернуться.
- Пересыпание зернового груза происходит по законам, отличным от законов перетекания жидкости.
- В начальный момент крена, в результате действия сил сцепления частиц груза, его поверхность остается неподвижной.



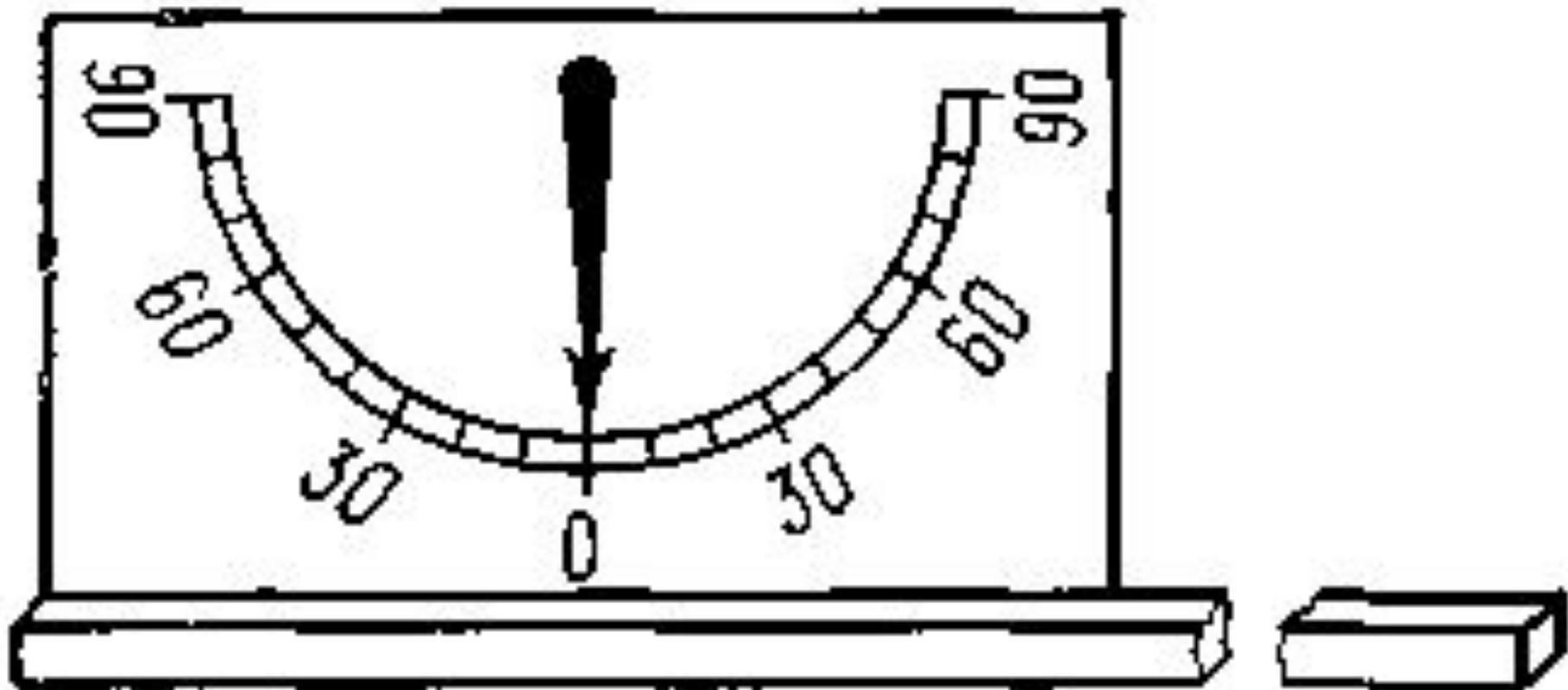
- **Когда крен достигнет такого значения, что угол между поверхностью насыпи и горизонтом будет больше угла естественного откоса груза на  $8—10^\circ$ , зерновая масса начинает быстрое, прогрессирующее перемещение в сторону накрёнутого борта.**
- **Обратного перемещения груза может не быть, так как крен в противоположную сторону уменьшается за счет смещения центра тяжести судна в сторону пересыпавшегося груза.**



- **В соответствии с Нормами Регистра РФ к сыпучим грузам, опасным с точки зрения перемещения в трюме, относятся все зерновые грузы, а также другие сыпучие грузы, угол естественного откоса которых  $35^\circ$  и менее.**
- **Углом естественного откоса  $\alpha$ , или углом покоя, называется угол между образующей и плоскостью основания штабеля.**



- Угол покоя определяет необходимую площадь штабелирования груза и объем внутритрюмных штивочных работ.
- На одной и той же площади можно уложить тем больше груза, чем больше угол покоя.
- В этом случае объем и высота штабелей растут пропорционально тангенсу угла покоя.
- Для определения угла откоса штабеля служит угломер, который состоит из направляющей рейки и измерительного устройства. Измерительное устройство состоит из каркаса, на котором укреплены шкала и указатель.



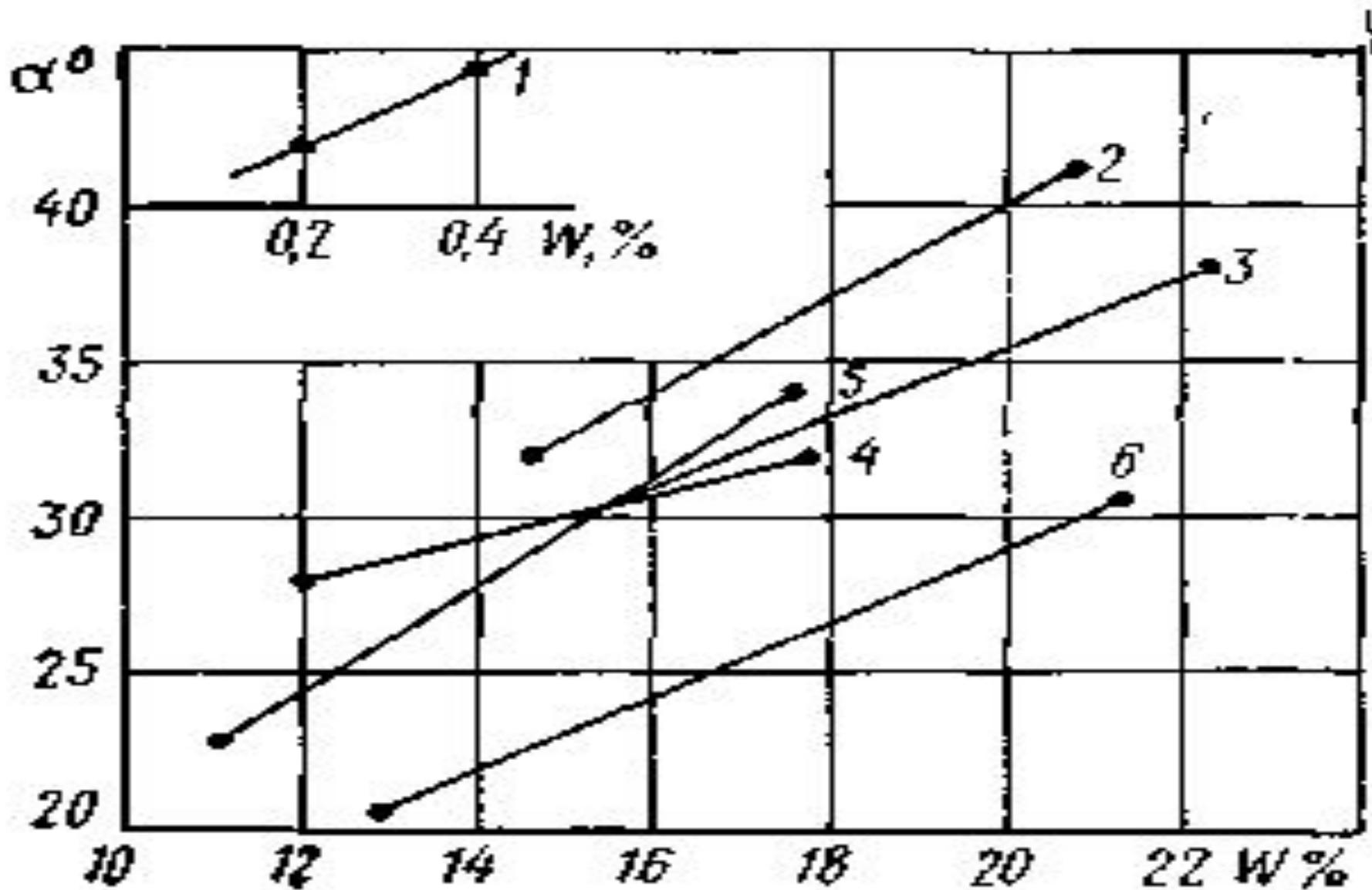
Угломер

- **Углом естественного откоса « $\rho$ »** называется двугранный угол между плоскостью груза и основанием штабеля.
- Угол естественного откоса груза зависит от рода и кондиционного состояния груза.
- **С увеличением влажности груза угол естественного откоса растет, что видно из графиков.**
- **Угол покоя многих навалочных грузов, особенно рыхлых и пористых, при длительном хранении увеличивается за счет уплотнения и слеживаемости груза до 80—90°.**

# Рудо-балко-нефтевозы

Комбинированное ОВО судно *Maaya*. На рисунке показаны как крышки трюмов для балка и трубы для нефти.





Зависимость угла естественного откоса от влажности груза:

1 — сахар-сырец    2 — овес;    3 — пшеница;    4 — ячмень;

5 — рожь;    6 — люпин



- **Различают угол естественного откоса в покое и в движении, т. е. угол свободно на сыпанной кучи груза, находящейся в покое, и угол, который образуется при движении массы груза по транспортеру или лотку.**
- **В покое угол естественного откоса груза на несколько градусов (часто на  $10—18^\circ$ ) больше, чем в движении.**
- **Существенное влияние на угол естественного откоса оказывают динамические нагрузки, особенно вибрации.**



- **Сопротивление сдвигу складывается из сопротивления трению твердых частиц материала между собой по поверхности скольжения и из сопротивления связности, которая определяется силами сцепления частиц.**
- **Для идеально сыпучей среды, не имеющей сил связи между частицами  $c$ , угол внутреннего трения равен углу естественного откоса.**



- К таким грузам могут быть отнесены сухие и воздушно-сухие зернистые материалы, обладающие повышенной сыпучестью.
- Влажные и плохо-сыпучие (связные) материалы обладают значительными силами сцепления частиц.
- Силы сцепления (начальное сопротивление сдвигу) идеально сыпучих материалов, находящихся в увлажненном состоянии, достигают значений 150—200 Па.
- Для плохосыпучих материалов эта величина в 5—8 раз больше.



- **Силы сцепления увеличиваются с ростом влажности сыпучего груза.**
- **Однако у некоторых грузов при достижении определенной, так называемой критической, влажности происходит внезапная потеря или резкое снижение сил сцепления**

- **Соппротивление сдвигу** объясняется наличием сил трения частиц материала между собой и сил сцепления, обусловленных притяжением частиц друг к другу.

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$$

$\tau$  - сила сопротивления сдвигу или наибольшее касательное напряжение в заданной точке насыпного груза, Н/м<sup>2</sup>;

$c$  - сила взаимного сцепления частиц или начальное сопротивление сдвигу, характеризующее силу сцепления частиц между собой, Н/м<sup>2</sup>;

$\sigma$  - напряжение сжатия, Н/м<sup>2</sup>;

$\varphi$  - угол внутреннего трения, град;

$\operatorname{tg} \varphi$  - коэффициент внутреннего трения.

Для идеально сыпучих грузов  $\rho = \varphi$ ,  $c = 0$ , для вязких плохосыпучих грузов  $\rho > \varphi$ .



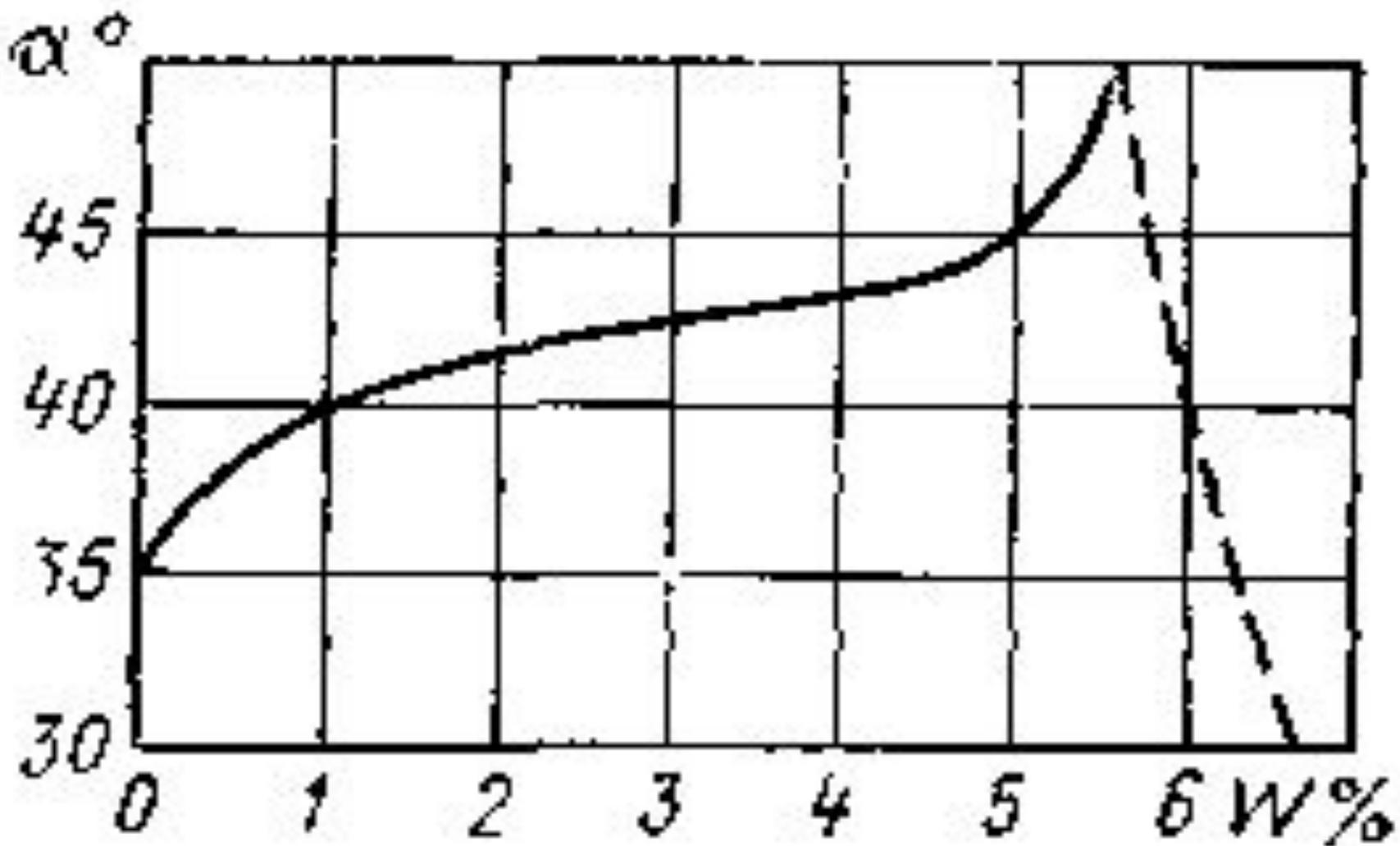
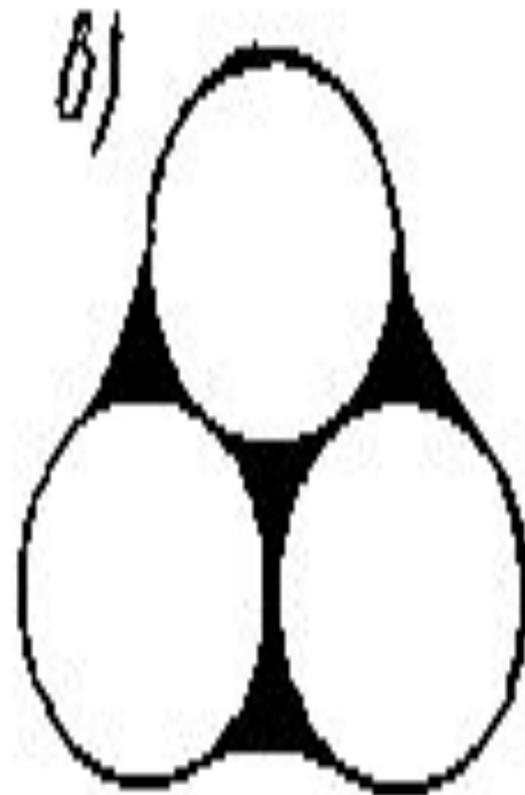
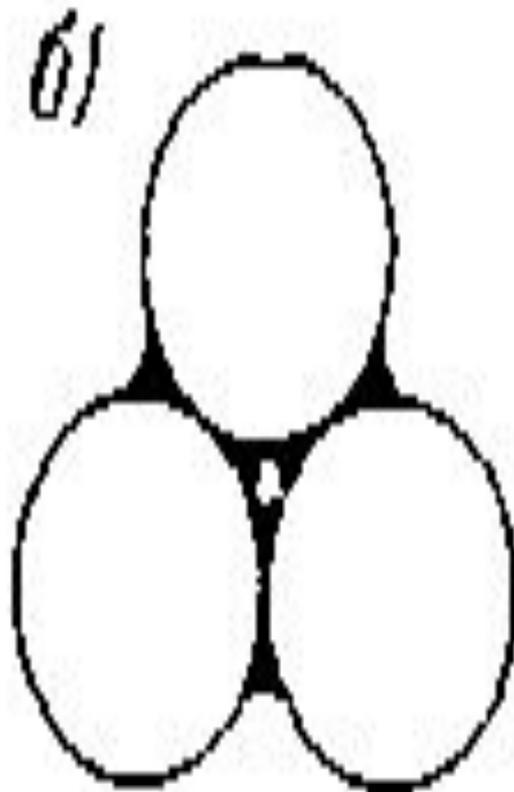
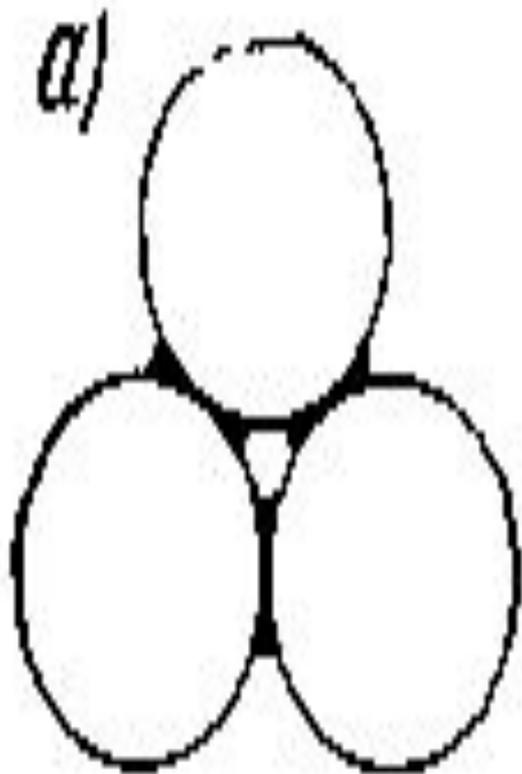


График зависимости угла естественного откоса гранулированного серного колчедана от влажности по данным П. О. Петрова

- **Такое явление приводит груз в псевдожидкое состояние, опасное с точки зрения устойчивости судна.**
- **Как показывают опыты и практика, разжижение груза происходит при наличии в нем жидкости смачивания, т. е. жидкости, которая покрывает частицы груза пленкой достаточно большой толщины.**

- При увеличении влажности между частицами появляется жидкостная манжета (а), которая усиливает сцепление частиц за счет поверхностного натяжения жидкости.
- При дальнейшем увеличении жидкости поверхностное натяжение остается только в пузырьках воздуха, остающихся между частицами груза.
- Эти пузырьки при дальнейшем увеличении количества воды и динамических воздействиях на груз исчезают, а слой воды, разделяющий частицы, увеличивается, становится полимолекулярным (б).



Заполнение водой пустот между частицами груза:

а — жидкостная манжета;

б — объединение жидкостных манжет;

в — заполнение водой всего пространства



- При большом количестве воды частицы разделяются влагой смачивания, которая разделяет частицы (в).
- В результате силы сцепления резко уменьшаются и груз превращается в псевдожидкую массу, способную к медленному перемещению.
- Появляется текучесть груза.

# Слеживаемость, смерзаемость и спекаемость грузов

- **Слеживаемостью** называется свойство груза переходить в состояние слежалости, характеризующееся прочным сцеплением частиц груза, частичной или **полной потерей скважистости**, максимальной плотностью, что приводит к потере грузом сыпучести, **способностью груза к уплотнению**.
- Слеживаемости наиболее подвержены бокситы, хромистые, оловянные и марганцевые рядовые руды, суперфосфат, калийные и азотные удобрения, сульфат, селитра, различные соли.

# Основными причинами слеживаемости являются:

- спрессовывание частиц под давлением верхних слоев (в связи с этим для некоторых грузов ограничена высота штабелирования);
- кристаллизация солей из растворов и переход соединений вещества из одного состояния в другое;
- химические реакции в массе груза.



# На степень слеживаемости оказывают влияние **три группы факторов:**

## 1. Свойства и характеристики самого груза:

- размеры, форма и особенности поверхности частиц вещества;
- однородность гранулометрического состава
- наличие примесей, растворимых в воде;
- влажность и гигроскопичность груза.

## 2. Режим хранения или перевозки:

степень слеживаемости груза находится в прямой зависимости от времени хранения или перевозки и высоты штабеля груза.

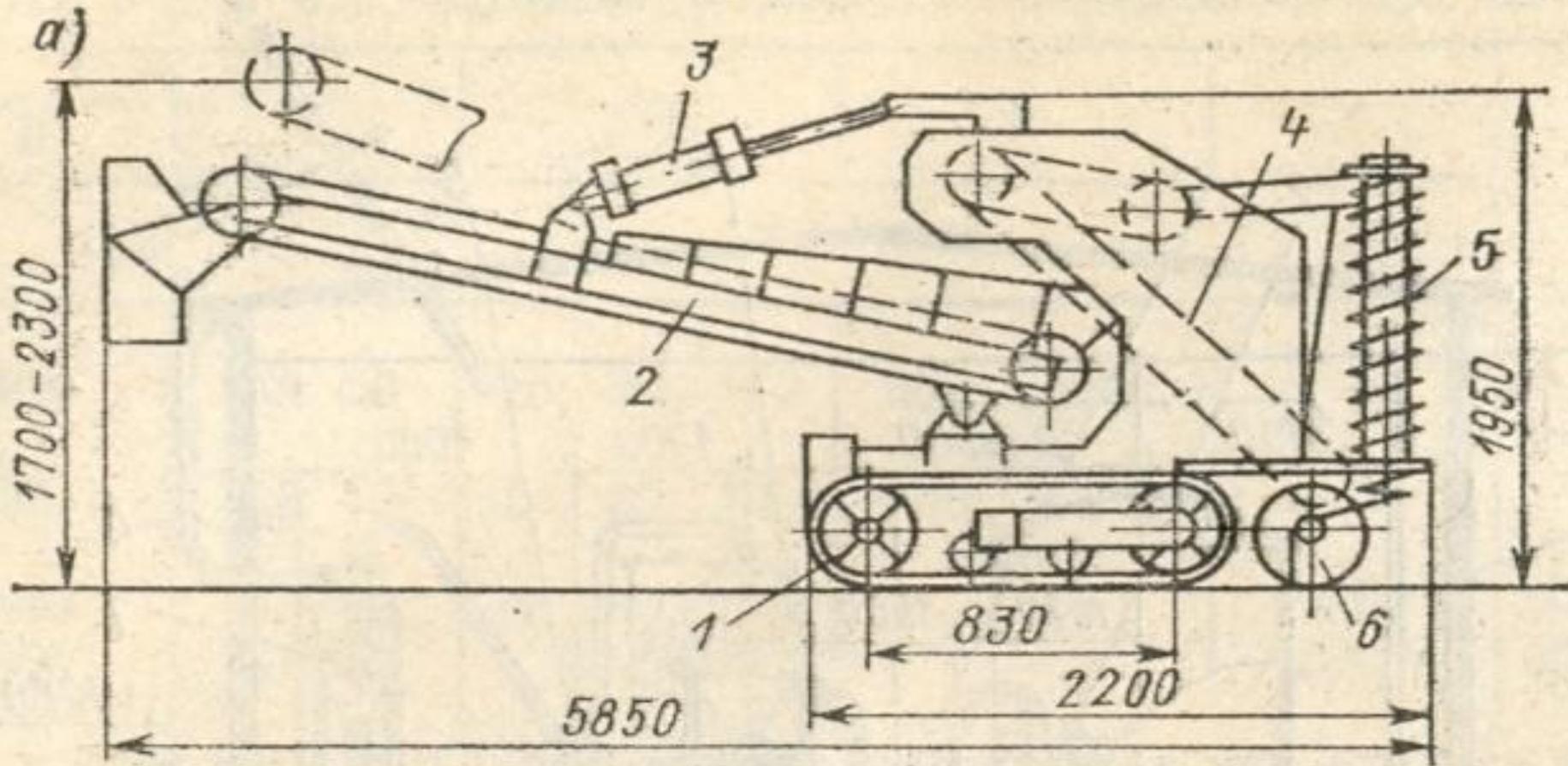
## 3. Температура и влажность

при повышении температуры и влажности слеживаемость возрастает.



# Способы восстановления сыпучести слежавшихся грузов:

вагоноразгрузочная машина МВС-4М



1 – тракторная тележка; 2 – ленточный конвейер; 3 – гидроцилиндры;  
4 – ковшовый элеватор; 5 – шнеки - рушители; 6 подгребающие шнеки

- **Скважистость** или **пустотность** определяет наличие и величину пустот между отдельными частичками груза и оценивается коэффициентом скважистости.

$$\varepsilon_c = \frac{V_{\text{гр}} - V'}{V_{\text{гр}}}$$

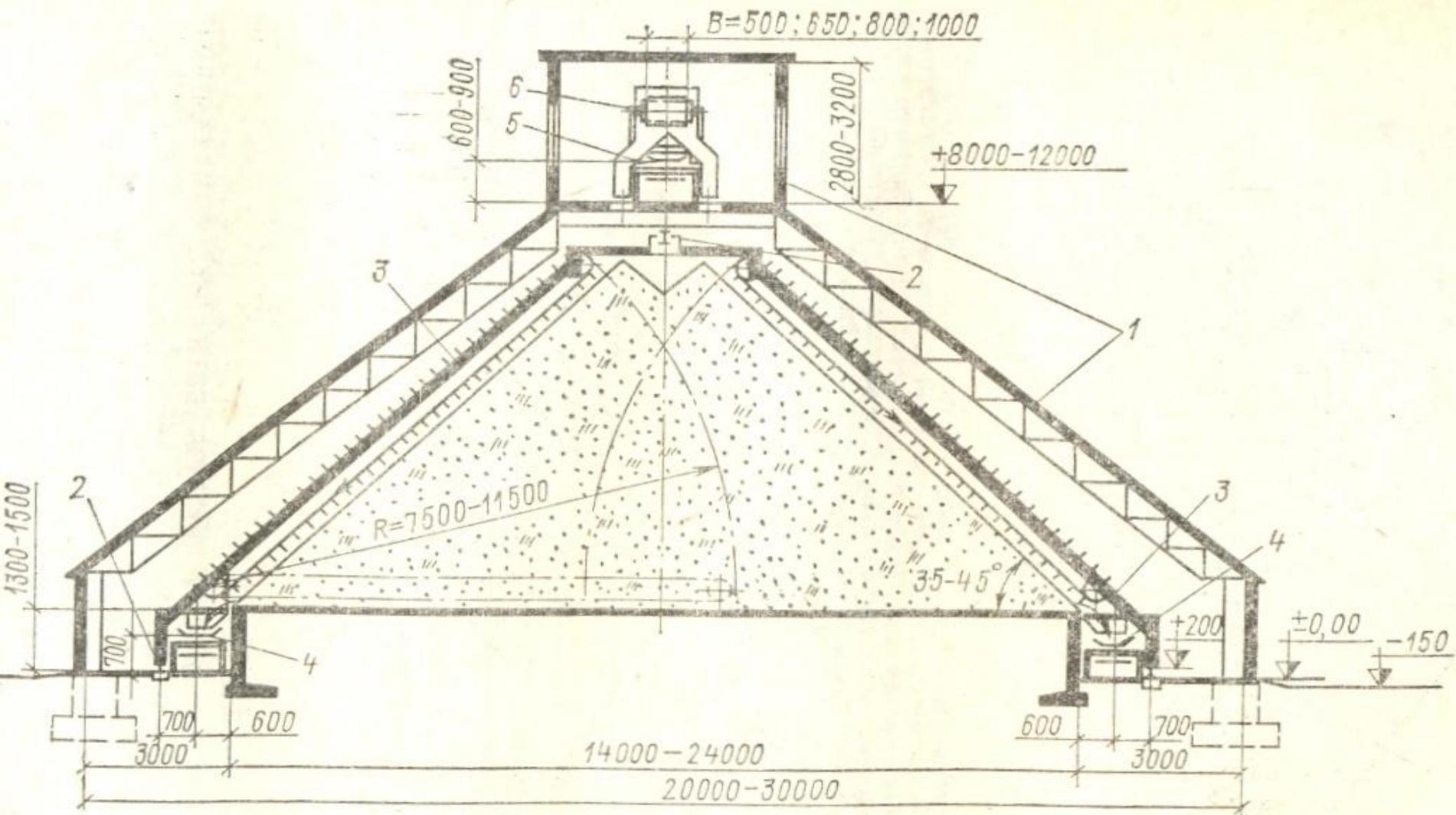
где  $V_{\text{гр}}$  – геометрический объем штабеля груза, м<sup>3</sup>;  
 $V'$  – объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами, м<sup>3</sup>.

- **Пористость** характеризует наличие и суммарный объем внутренних пор и капилляров и оценивается коэффициентом пористости.

$$\varepsilon_{\text{п}} = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{гр}}}$$

- где  $V_{\text{пор}}$  – суммарный объем внутренних пор и капилляров, м<sup>3</sup>.

# • кратцер - краны



- 1 – здание склада; 2 – подкрановые пути; 3 – скребковые краны;  
4 – конвейеры выдачи груза; 5 – конвейер прибытия груза;  
6 – сбрасывающая тележка.

- **Способность к уплотнению**

характеризуется коэффициентом уплотнения.

$$K_y = \frac{V_{гр}^1}{V_{гр}^2}$$

- где  $V_{гр}^1$ ,  $V_{гр}^{(2)}$  – соответственно объем груза до и после уплотнения, м<sup>3</sup>.

Уплотнение происходит под действием на груз статических или динамических нагрузок, за счет заполнения пустых пространств и более компактного расположения отдельных частиц груза друг относительно друга.

Способностью к уплотнению обладают уголь, торф, удобрения и т.д.

мел

цемент

гипс

тепл

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ  
ДРОБЬ

- **Причинами слеживаемости являются: сцепление частиц груза от сдавливания, кристаллизация солей из растворов и переход соединений вещества из одних модификаций в другие, химические реакции в грузах.**
- Степень слеживаемости зависит от размера, формы, равномерности и характера поверхности частиц груза, наличия и свойств примесей, условий хранения груза, его влажности, гигроскопичности, параметров окружающего воздуха, длительности хранения, высоты штабеля.



ASTOPERKEM

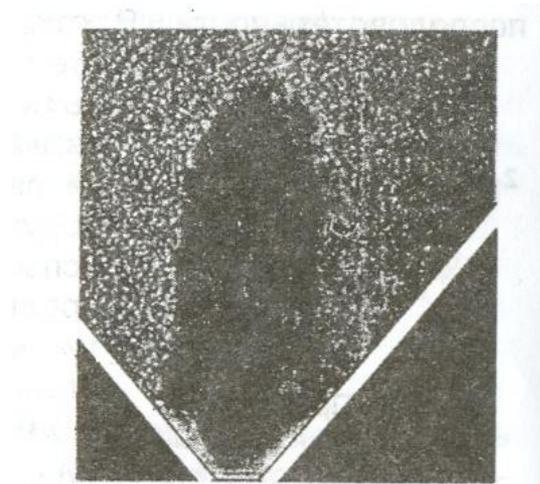
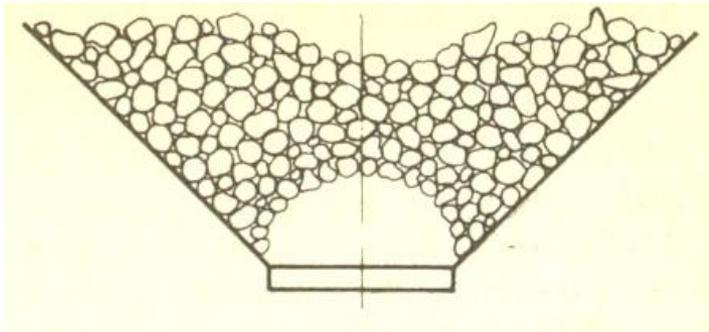
- При слеживаемости, вызванной давлением на груз (руды, уголь), от увеличения влажности груза усиливается сцепление частиц.
- В грузах, содержащих водорастворимые вещества (соли поваренная, каменная), повышение влажности приводит к образованию насыщенного раствора этого вещества, который при подсыхании образует большое количество частиц, слипающихся со старыми частицами.
- В ряде грузов увеличение влаги ускоряет химические процессы, приводящие к образованию новых соединений, сцепляющих свободные частицы груза.



- Чем лучше растворяются вещества в воде и чем большей кристаллизационной способностью они обладают, тем больше способность груза к слеживанию.
- Если слеживаемость происходит в результате химических реакций, то чем ниже значение гигроскопической точки, тем сильнее слеживается груз.

- **Сводообразование** — процесс образования свода над выпускным отверстием бункера, силоса, подвижного состава. Образование свода происходит в результате зацепления движущихся частиц за неподвижные.

Процесс характерен для насыпных и навалочных грузов, в особенности для цемента, муки.



Свод груза над отверстием бункера



- Гигроскопической точкой называется предел гигроскопичности (**точка насыщения**) - состояние, при котором в грузе содержится максимальное количество связанной (**гигроскопической**) влаги, а свободная влага отсутствует.



ООО «Кировский завод, электромагнитов» «Ди...

- При колебании относительной влажности воздуха около гигроскопической точки груза груз будет то увлажняться, то подсыхать, что приведет к интенсивному процессу слеживанию.
- В условиях морской транспортировки наибольшей слеживаемости подвержены грузы с гигроскопической точкой 60—80%.



- Слеживаемость увеличивается, если груз хранится долгое время.
- Слеживаемость малогигроскопических грузов заметно растет с высотой штабеля.
- Грузы с высокой гигроскопичностью могут слеживаться в одинаковой степени в больших и малых штабелях.



- Загрязнение или наличие в навалочном грузе примесей, хорошо растворимых в воде, увеличивает способность грузов к слеживанию.
- Грузы, подверженные слеживаемости, следует хранить в условиях, исключающих или уменьшающих влагопоглощение.
- Гигроскопические грузы, подверженные сильной слеживаемости, следует упаковывать в плотную влагонепроницаемую тару либо закрывать их плотно брезентами или пленками из пластика.

- Хорошие результаты дает хранение в закрытых помещениях, где нет воздухообмена с окружающей средой.
- Вместо укрытия иногда применяется присыпка поверхности груза веществами, которые не портили бы груз, но связывали атмосферную влагу.

Физические свойства грузов, связанные с  
реакцией на изменение температур

- **Смерзаемость** –  
свойство груза терять  
свою сыпучесть в  
результате смерзания  
отдельных частиц в  
сплошную массу.

- **Смерзаемость** - аналогично слеживаемости груза, и по результату они идентичны.
- При смерзаемости также происходит слипание частиц груза, которое тем больше и сильнее, чем мельче и шероховатее частицы груза, больше влажность и пористость его.



- **Смерзаемости в наибольшей степени подвержены рыхлые, пористые, мелкозернистые руды и полезные ископаемые.**
- **Крупнокусковые твердые навалочные грузы более устойчивы против смерзаемости.**



## Прочность и глубина замораживания массы груза зависят:

- от температуры окружающей среды;
- от длительности воздействия низких температур;
- от гранулометрического состава груза;
- от влажности груза;
- от теплопроводности груза.



# Пределы безопасной влажности

Наименование груза	Безопасная влажность, %
Уголь каменный	7
Уголь бурый	30
Руды медные	2
Флюсы	2
Концентраты цветных руд	2
Песок	1,25
Гравий	2
Шлак гранулированный	20

- Мероприятия по борьбе со смерзаемостью могут быть профилактические, т. е. предупреждающие смерзание, и восстанавливающие сыпучесть смерзшегося груза.
- Профилактические мероприятия производятся грузоотправителем.
- Они должны быть безвредны либо полезны для последующего использования груза по назначению.
- Мероприятия, восстанавливающие сыпучесть груза, требуют больших затрат энергии, труда и времени и отрицательно сказываются на организации транспортного процесса.



## Профилактические мероприятия против смерзаемости:

- предварительная просушка груза;
- промораживание груза;
- обрызгивание стенок и пола подвижного состава и самой массы груза маслами или специальными профилактическими жидкостями;
- пересыпка негашеной известью;
- пересыпка сухими древесными опилками (сечкой соломы, солью)
- Перевозка в теплое время года



г.Слуцк

Вибро-  
выгрузатель  
Ш1-ВВС  
2005г.



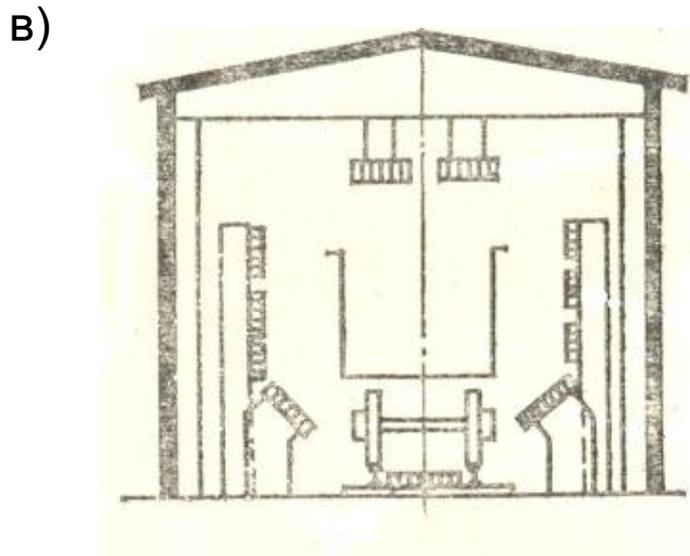
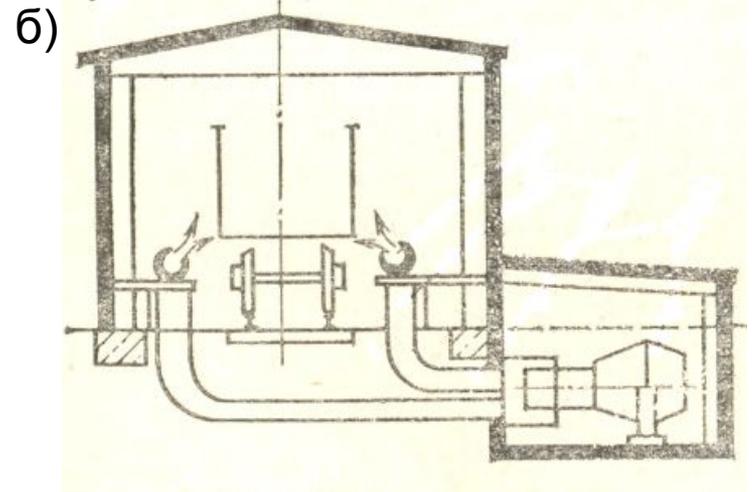
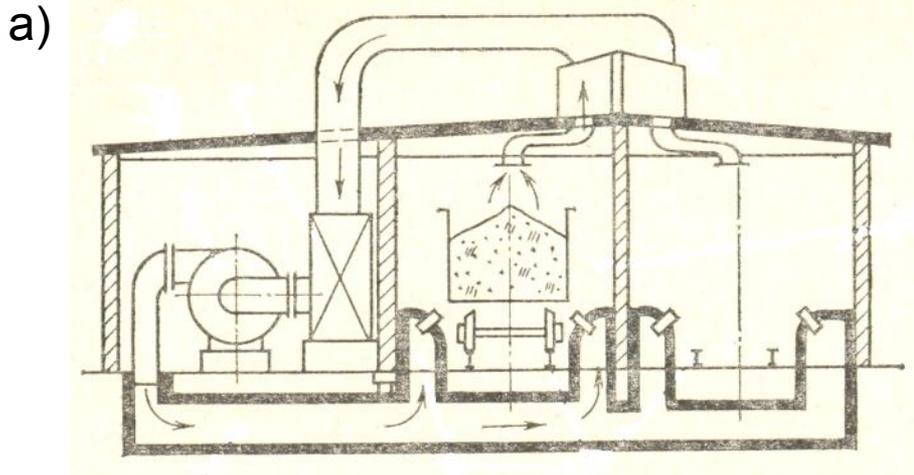
Шефмонтаж.



- Способы борьбы со смерзаемостью делятся по принципу действия на:
  - физические;
  - химические;
  - физико-химические;
  - механические.

# Способы восстановления сыпучести:

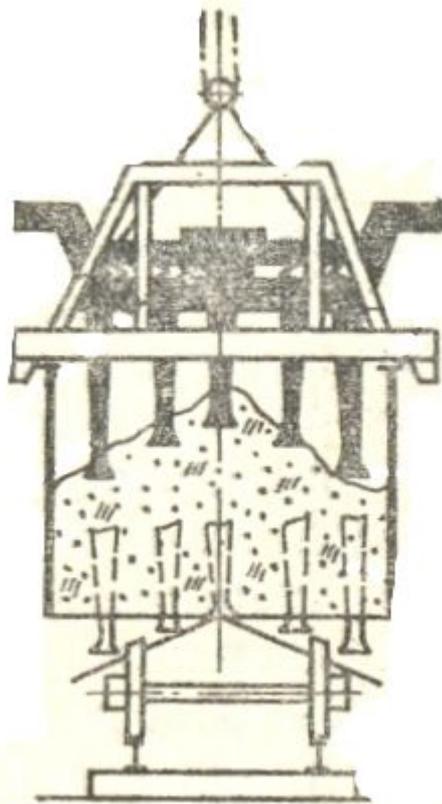
## тепловые



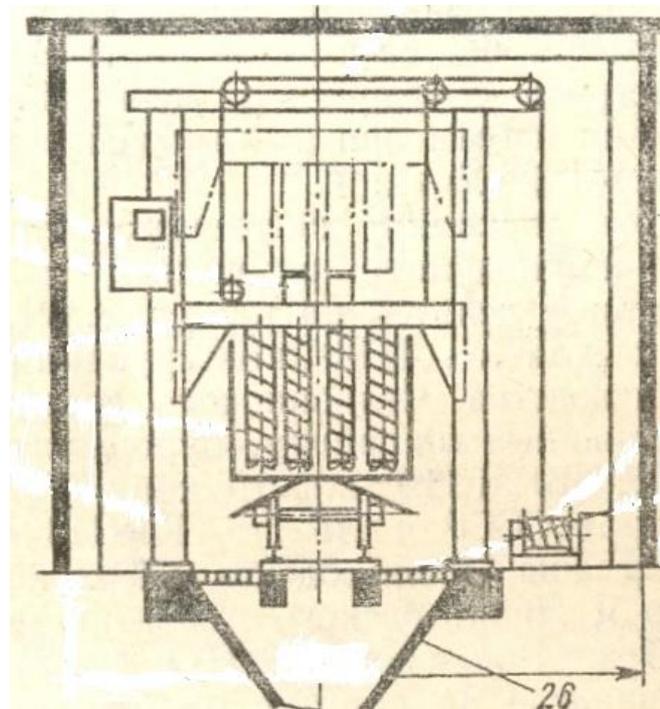
- а – конвекционного типа с калориферами;
- б – газотурбинного типа с авиационными двигателями;
- в – с электронагревателями или инфракрасными излучателями

- **К физическим способам** относятся:
- замораживание с последующим разрушением корки для придания грузу крупнокусковой структуры;
- обезвоживание груза;
- выстилание дна и стен вагонов и судов;
- создание несмерзающихся прослоек (пересыпка) из гигроскопических материалов — опилок, соломы, камыша;
- обмасливание груза минеральными маслами;
- оттаивание (размораживание) в специальных закрытых помещениях — тепляках или нагревательных камерах или под открытым небом — паром, горячей водой, горячим воздухом или продуктами сгорания, инфракрасными излучателями.

# механические



Виброрыхлительная установка



Бурорыхлительная установка

- Для оттаивания смерзшегося в вагонах груза применяют инфракрасные излучатели, представляющие собой тепловые экраны с установленными на них специальными лампами инфракрасного излучения, либо керамические и металлические поверхности, нагреваемые газом, электроспиралью.
- Экраны должны иметь температуру 500—600° С.
- Наивыгоднейшее расположение ламп и экранов от материала 150—450 мм.



- **Химические способы** основаны на способности некоторых химических веществ поглощать влагу из груза и при этом выделять тепло.
- Обычно для этих целей используют негашеную известь из расчета 15— 30 кг извести на 1 т груза.
- Известью нельзя обрабатывать руды, идущие на флотацию, в частности медные руды.
- В остальных случаях химические способы безвредны. Препарат либо смешивается с грузом, либо засыпается под него.

- **Физико-химические способы** основаны на способности некоторых химических веществ образовывать водные растворы с низкой температурой замерзания.
- Так, например, 23,1%-ный водный раствор NaCl замерзает при температуре  $-22,4^{\circ}\text{C}$ , а 58,8%-ный раствор CaCl<sub>2</sub>, — при  $-54,9^{\circ}\text{C}$ .

- **Механические способы** предусматривают рыхление смерзшегося груза.
- Наиболее рациональны профилактические меры — выпуск продукции с влажностью, предотвращающей смерзаемость и замораживание груза с перелопачиванием.
- В зимнее время руды должны иметь влажность не более 4%, мелкокусковые пористые каменные угли — не более 5%, апатитовый концентрат — не более 0,5%.
- Восстановление сыпучести смерзшихся или слежавшихся грузов в порту проводят обычно рыхлением при помощи пневматических или электрических отбойных молотков, специальных бурорыхлительных, виброрыхлительных механизмов.

- Для перегрузки слежавшихся грузов, перевозимых в закрытых вагонах (поваренная и калийная соль, суперфосфат, сульфат аммония), применяют перегрузочные машины типов МВС-2 и МВС-3, МВГ, ПСГ и др.
- Исследованиями установлено, что в целях рыхления навалочного груза в трюме судна можно производить взрывы аммоналовыми шашками весом до 150 г на расстоянии не менее 1,5 м от борта и других конструктивных элементов судна. Для рыхления поваренной соли можно применять только аммиачно-селитряные взрывчатые вещества (аммониты) с детонаторами в бумажной упаковке.

- При смерзании навалочного груза в порту необходимо регулярно разрушать образовавшуюся корку смерзшегося груза.
- **Спекаемостью** называется слипание частиц груза под воздействием изменения температуры.
- Спекаемости подвержены перевозящиеся навалом тугоплавкие материалы (пек, гудрон, асфальт), а также агломераты руд, поступающие в трюм судна в горячем состоянии.
- Спекаемость тугоплавких материалов, которые перевозят навалом, практически предотвратить нельзя.
- Выгрузка таких грузов очень трудоемка, поэтому их следует перевозить в таре или наливом с подогревом и только в отдельных случаях при низких температурах — навалом.

- Неизбежен процесс спекания горячего агломерата (спеченная в куски мелкая или пылевидная руда).
- Если агломерат до погрузки на судно складывается, то необходимо по мере спекания поверхностного слоя дробить его путем киркования или с помощью грейфера.
- При погрузке горячего агломерата в судно в пути груз покрывается твердой коркой спекшегося продукта.
- Для уменьшения этого процесса уменьшают скорость охлаждения груза, принимая конструктивные меры.



- Гидротермические свойства
- Скорость прогрева или охлаждения массы груза в трюме характеризуется коэффициентом температуропроводности  $a$  ( $\text{м}^2/\text{ч}$ ):

$$a = \frac{\lambda}{c\rho} = \frac{\lambda}{C}$$

где  $\lambda$  — удельная теплопроводность, Вт/м · град;

$c$  — удельная теплоемкость груза, Дж/кгград;

$\rho$  — объемная масса груза, кг/м<sup>3</sup>;

$C = c\rho$  — объемная теплоемкость, Дж/м<sup>3</sup>град.

- Теплоемкость влажного материала ( $c_{в.м.}$ ) определится:

$$c_{в.м.} = \frac{100c_c + w}{100 + w} \quad c_{в.м.} = c_c + \frac{1 - c_c}{100} w^o$$

где  $c_c$  — теплоемкость сухого материала;  
 $w^o$  — влажность груза на общую массу;  
 $w$  — влажность груза на сухую массу.

- **Соотношение влажности груза на общую и сухую массу определяется следующими зависимостями:**

$$w^{\circ} = \frac{w}{1 + w}$$

$$w = \frac{w^{\circ}}{1 - w^{\circ}}$$

Коэффициент теплопроводности груза зависит от свойств груза, его тары, укладки и может быть определен только экспериментальным путем. Коэффициент теплопроводности однородного груза определяют правилом смешения.

- ***Гигроскопичность*** – способность грузов легко поглощать влагу из воздуха.

Интенсивность поглощения влаги возрастает при:

- повышении влажности;
- увеличении скорости движения воздуха;
- увеличении поверхности груза, соприкасающейся с воздухом;
- увеличении пористости и скважистости вещества.

- ***Гигроскопическими*** называют грузы, которые содержат в своем составе влагу и могут ее отдавать или воспринимать.
- Количество влаги, которое может содержать в своем составе груз, зависит от свойств самого груза и условий окружающей среды.

# Порох



- Различают три группы форм связи влаги с материалом: **химическую, физико-химическую** (адсорбционно-связанная и осмотически-связанная влага) (адсорбция – сгущение, уплотнение растворенного или парообразного вещества на поверхности твердого тела или жидкости, частный случай сорбции – явления поглощения газов или паров твердыми и жидкими телами) (осмос греч. – диффузия веществ через проницаемую перегородку) и **физико-механическую** (структурная, капиллярная влага и влага смачивания).

# УГОЛЬ



- **Все гигроскопические материалы, в зависимости от соотношения количества поглощенной влаги, делятся на три группы: капиллярно-пористые, коллоидные и капиллярно-пористые коллоидные.**
- **В капиллярно-пористых материалах жидкость в основном связана капиллярными силами.**
- **К таким грузам относится большинство навалочных грузов минерального происхождения — уголь, руда, строительные материалы.**

- Капиллярнопористые материалы мало сжимаются, впитывают любую смачивающую жидкость, при удалении жидкости становятся хрупкими.
- К коллоидным относятся материалы, преобладающими формами связи жидкости которых являются осмотическая или структурная связь.
- К числу таких грузов относятся агар-агар (сырьё для кондитерских изделий /пастил, мягких конфет и др./ , продукт морских водорослей с высоким содержанием полисахаридов, дающий в водных растворах студень), каучук, желатин.

- Коллоидные материалы поглощают жидкости, наиболее близкие к ним по полярности (электросмос).
- При удалении жидкости они сохраняют свою эластичность, но сильно изменяют свои размеры (сжимаются).
- Капиллярно-пористое коллоидное тело содержит в основном осмотически связанную и капиллярную жидкость и обладает свойствами первых двух видов.
- К капиллярно-пористым коллоидным телам относится большинство гигроскопических грузов растительного и животного происхождения (зерно, древесина, кожа, ткани, волокнистые грузы, торф, глина).

- **Влажность массы груза** определяет процентное содержание влаги в массе груза.

**Абсолютная влажность** представляет собой отношение массы жидкости к массе влажного груза, выраженное в процентах:

$$W' = \frac{q_{\text{ж}}}{q_{\text{сух}}} \times 100\%$$

**Относительная влажность** характеризует отношение массы жидкости к массе влажного груза, выраженное в процентах:

$$W = \frac{q_{\text{ж}}}{q_{\text{груза}}} \times 100\%$$

$q_{\text{ж}}$  – масса жидкости;  $q_{\text{сух}}$  – масса сухого груза;  $q_{\text{груза}}$  – масса груза

- Массу влажного материала  $q_{в.м}$  можно рассматривать как сумму масс сухого вещества  $q_c$  и влаги  $q_{вл}$ :

$$q_{в.м} = q_c + q_{вл}$$

Отношение массы влаги к массе сухого материала выраженное в процентах, называется *влажностью груза на сухую массу* или абсолютной влажностью:

$$w = \frac{q_{вл}}{q_c} 100\%$$

- *Влажностью груза на общую массу* (иногда называют относительной влажностью) называют отношение массы жидкости к массе влажного материала, выраженное в процентах:

$$w^{\circ} = \frac{q_{вл}}{q_c + q_{вл}} 100\%$$



- Для каждого гигроскопического материала устанавливается определенное стандартное значение влагосодержания, которое носит название *кондиционной влажности*.
- С изменением влажности масса груза также изменяется.
- Из уравнений, приведенных выше получим формулы для определения массы груза при изменении его влажности:

$$Q_k = Q_n \frac{100 + w_k}{100 + w_n}$$

$$Q_k = Q_n \frac{100 - w_n^o}{100 - w_k^o}$$

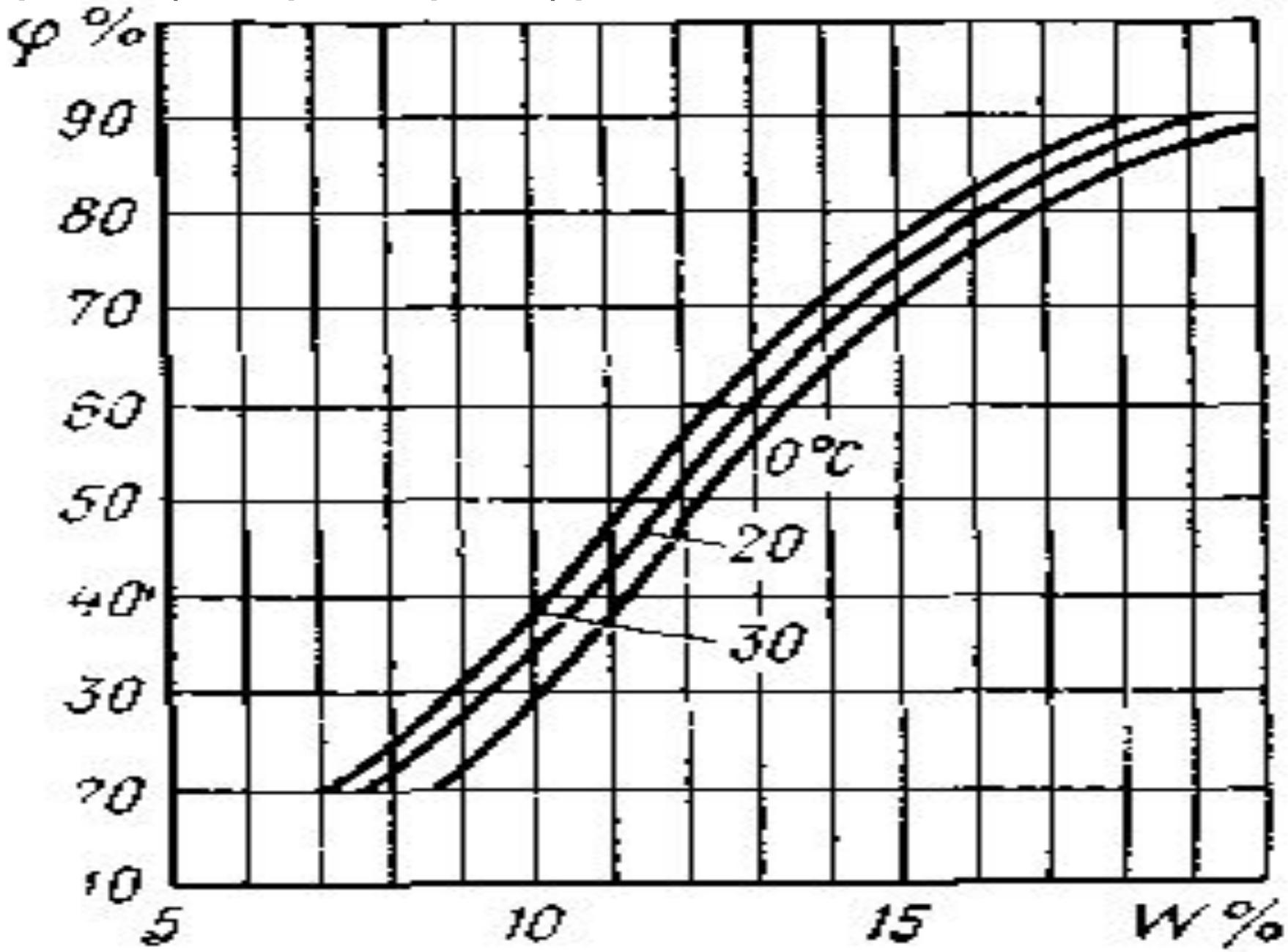
где Q — масса (вес) груза; к — конечная; н — начальная.

- Максимальное количество влаги (адсорбционной и капиллярной), которое может поглотить единица массы сухого вещества из насыщенной паровоздушной среды, называется *максимальным гигроскопическим влагосодержанием*.
- Если груз имеет большее влагосодержание, то он находится в подмоченном состоянии.



- Влагосодержание материала, находящегося в состоянии термодинамического и молекулярного равновесия, когда температура материала равна температуре окружающего воздуха, а парциальное давление паров жидкости на поверхности материала равно парциальному давлению пара в воздухе, называется *равновесным влагосодержанием*  $\omega_p$ .
- Графическая зависимость равновесного влагосодержания материала от влажности воздуха выражается изотермами сорбции и десорбции, которые носят название *кривых равновесной влажности грузов*

Кривые (изотермы сорбции) равновесной влажности пшеницы



- Изотермы сорбции и десорбции имеют S-образный характер.
- При этом изотерма сорбции находится несколько выше изотермы десорбции, т. е. имеет место сорбционный гистерезис.
- Изотермы сорбции с уменьшением температуры сдвигаются вправо.
- Характер расположения изотерм сорбции иллюстрирует основной закон равновесного состояния груза: *с ростом относительной влажности воздуха и уменьшением температуры равновесная влажность груза увеличивается.*

- ***Морозостойкость*** – способность грузов выдерживать воздействие низких температур, не разрушаясь и сохраняя свои качественные свойства при оттаивании (лес, бумага свежие овощи и фрукты, жидкие грузы в стеклянной таре, некоторые резинотехнические изделия и металлы и т.д).

- **Теплостойкость** – способность вещества противостоять развитию биохимических процессов, окислению или самовозгоранию под действием высоких температур. Наиболее неблагоприятное воздействие высокие температуры оказывают на грузы растительного и животного происхождения, каменные угли, торф, сланцы и т.д.
- **Огнестойкость** – свойство грузов не воспламеняться и не менять свои свойства (прочность, цвет, форму) под воздействием огня. Огнестойкость характерна для очень ограниченного количества грузов (асбест).

# Биохимические процессы, происходящие в массе груза под воздействием внешних факторов

- **Автолиз** - наблюдается в мясных, табачных изделиях, муке и других грузах. Автолиз представляет собой процесс растворения тканей продукта в результате распада белков, углеводов и жиров под действием собственных ферментов.
- Процесс **дыхания** характерен для грузов растительного происхождения.
- Процесс **дозревания** характерен для зерна, овощей, фруктов. При этом в зернах происходит переход сахара в крахмал, во фруктах-крахмала в сахар.
- **Прорастание** происходит в овощах и фруктах, сопровождается интенсивным дыханием.
- Процесс **брожения** представляет собой процесс разложения углеводов в результате деятельности микроорганизмов.
- **Гниение** вызывает распад белковых веществ в результате жизнедеятельности гнилостных бактерий.
- При **плесневении** на поверхности грузов появляется налет. Под действием плесени происходит разложение жиров и углеводов .

# Химические свойства грузов

## *Самонагревание и самовозгорание*

происходят под действием внутренних источников тепла – биохимических (см. *дыхание*) и химических процессов, протекающих в массе груза и повышающих его температуру.

**Самонагреванию подвержены:** зерно, сено, жмых, торф, некоторые руды и их концентраты.

Процесс самонагревания руд, рудных концентратов, торфа и других веществ объясняется *химической реакцией* взаимодействия с кислородом воздуха.

- **Окислительные свойства грузов** – способность легко отдавать избыток кислорода другим веществам.

Активными окислителями являются жидкие кислоты, щелочи, соли, минеральные удобрения, перекись водорода.

- **Коррозия** – разрушение металлов или металлических изделий вследствие их химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой.

**Объемно-массовые**

**характеристики грузов**

- **Плотность  $\rho$**  – масса однородного вещества в единице объема,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\text{т/м}^3$ ;  $\text{г/см}^3$ . На транспорте плотность используют для расчета массы жидких грузов, перевозимых наливом в вагонах-цистернах и бункерных полувагонах.

Жидкость	Плотность, $\text{т/м}^3$
Авиационный бензин	0,69 ... 0,72
Керосин	0,79 ... 0,85
Растительное масло	0,91 ... 0,93
Молоко	1,03
Олифа	0,94
Смола	0,71 ... 0,77
Нефть	0,76 ... 0,91
Безводный спирт	0,79

- **Удельная масса** – характеризует массу единицы объема груза с учетом суммарного объема внутренних пор и капилляров

$$\rho_{\text{уд}} = \rho \times \varepsilon_{\text{п}}$$

где  $\rho$  – плотность груза, т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – коэффициент пористости.

Используют для расчета массы лесоматериалов, железобетонных изделий,

Удельная масса лесоматериалов

Лесоматериалы	Удельная масса, т/м <sup>3</sup> , при относительной влажности, %					
	15	20	33	40	45	50
Ель	0,45	0,48	0,56	0,62	0,68	0,75
Сосна	0,5	0,53	0,63	0,1	0,76	0,84
Пихта	0,37	0,41	0,49	0,54	0,6	0,65
Береза	0,62	0,67	0,79	0,88	0,96	1,06
Тополь	0,45	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75

- **Объемная масса** – характеризует массу единицы объема груза с учетом скважистости и пористости

$$\rho_o = \rho \times \varepsilon_{\text{п}} \times \varepsilon_c$$

где  $\rho$  – плотность груза, т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – коэффициент пористости;

$\varepsilon_c$  – коэффициент скважистости.

Удельную массу используют для расчета массы насыпных и навалочных грузов.

Груз	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>
Глина	1,1 ... 2,2
Строительный камень	0,55 ... 0,75
Гравий	1,5 ... 1,9
Земля	1,15 ... 1,6
Гранулированный шлак	0,5 ... 1,5
Песок	1,4 ... 1,8
Известь	0,87 ... 0,98
Цемент	0,6 ... 1,15
Мел	0,9 ... 1,35
Щебень	1,2 ... 1,8
Каменный уголь	0,8 ... 0,85

- **Удельный объем** – объем единицы массы груза. Для насыпных и навалочных грузов – величина обратная объемной массе, для жидкостей – обратная плотности.
- **Удельный погрузочный объем** – показывает, какой объем подвижного состава занимает в среднем 1 т груза

$$V_{\text{уп}} = \frac{V_{\text{гр}}^{\text{E}}}{Q_{\text{гр}}}$$

где  $V_{\text{гр}}^{\text{E}}$  - объем вагона, занятый грузом, учитывающий пустоты между отдельными грузовыми местами и между грузом и внутренней обшивкой подвижного состава, м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{гр}}$  - масса груза в вагоне, т.