

**Организация работы
магистрального транспорта для
продукции НГХК**

Лекция 5

Возможные схемы организации перевозок с использованием различных видов магистрального транспорта

- Различные виды транспорта энергоносителей применяются как в чистом виде, так и в комбинации друг с другом.

Транспортировка нефти в нашей стране осуществляется всеми видами транспорта, кроме авиации (даже автомобильным на коротких расстояниях).

- **Возможные схемы доставки нефти на НПЗ:**

- 1) использование только магистральных нефтепроводов;
- 2) использование только водного транспорта;
- 3) использование только железнодорожного транспорта
- 4) сочетание трубопроводного транспорта нефти с водным, либо железнодорожным
- 5) сочетание водного и железнодорожного транспорта друг с другом.

Транспортировка газа

- В нашей стране практически весь газ **транспортируется** потребителям **по трубопроводам (газопроводам)**.
- **Исключение составляют сжиженные гомологи метана** (этан, пропан, бутаны), транспортируемые танкерами, а также в железнодорожных цистернах и баллонах на автомобильном транспорте.

Транспортировка нефтепродуктов

- **Перевозки нефтепродуктов** в нашей стране осуществляются железнодорожным, речным, морским, автомобильным, трубопроводным, а в ряде случаев и воздушным транспортом. Причем по трубопроводам транспортируют только светлые нефтепродукты (автомобильный бензин, дизельное топливо, авиационный керосин), печное топливо и мазут, а другими видами транспорта перевозят все виды нефтепродуктов.
- **Способ №1 При использовании трубопроводного транспорта** нефтепродукты поступают с НПЗ на головную перекачивающую станцию и далее перекачиваются по магистральному нефтепродуктопроводу (МНПП).
- В конце МНПП находится крупная нефтебаза откуда нефтепродукты автоцистернами доставляются потребителям. Частичная реализация нефтепродуктов производится и по пути следования МНПП. Для этого производятся периодические сбросы нефтепродуктов на пункты налива железнодорожных цистерн, либо на попутные нефтебазы. Этот способ не имеет ограничений на дальность перевозок.

Транспортировка нефтепродуктов

- **Способ №2 - налив нефтепродуктов в автоцистерны** непосредственно на НПЗ и доставка груза в них напрямую потребителям.
- В этом случае **исключаются перегрузки нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой**, а, следовательно, и их потери при этом.
- Однако чем больше дальность транспортировки, тем больше нефтепродуктов уходит на собственное потребление автоцистерн.
- Поэтому **автомобильный транспорт применяется преимущественно при небольшой дальности перевозок.**

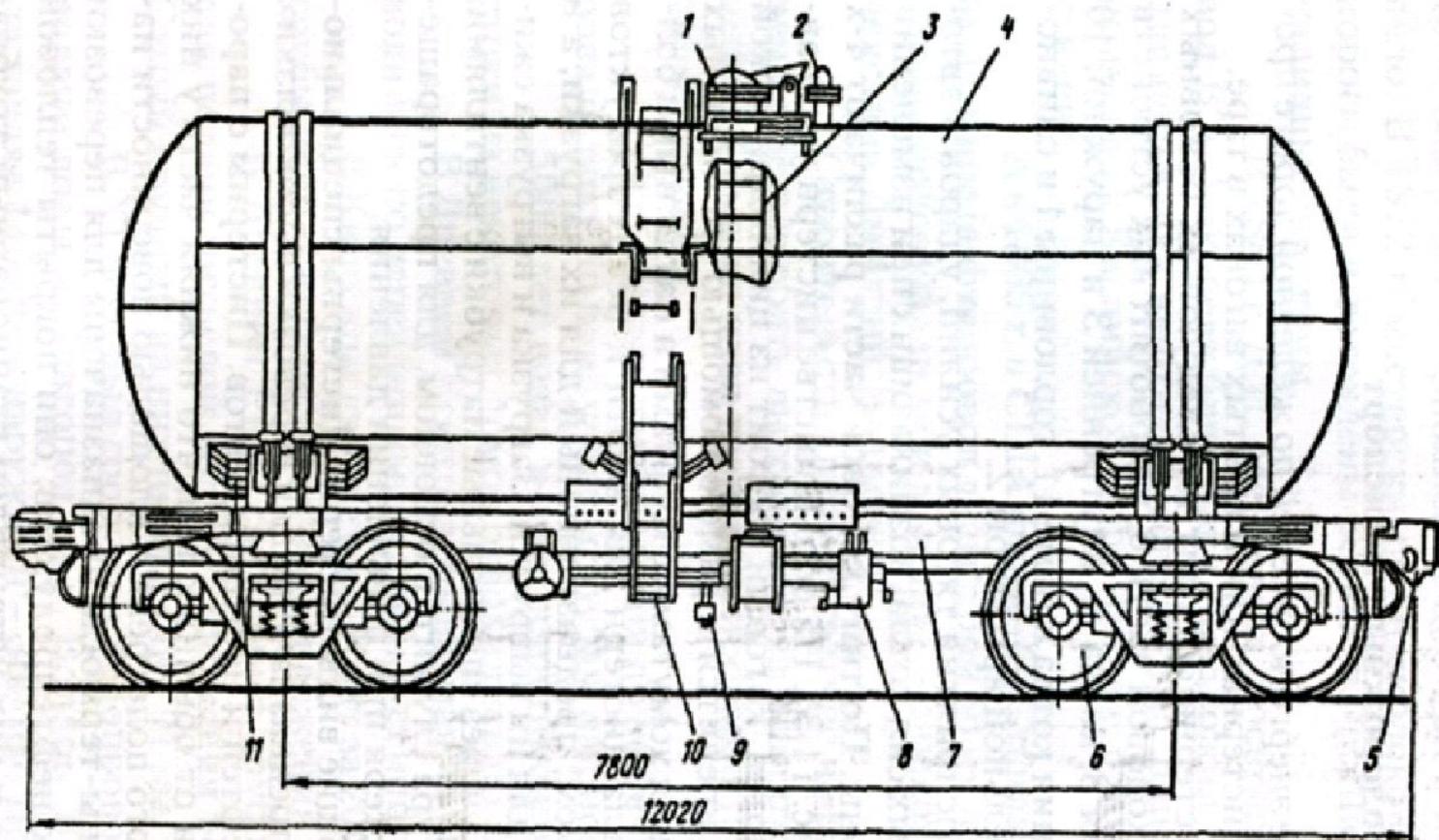
Транспортировка нефтепродуктов

- Два других способа в общем случае в пути **предусматривают перевалку с одного вида транспорта на другой** (с железнодорожного на водный или наоборот).
- Перевалка осуществляется с использованием резервуаров перевалочной нефтебазы.
- В конце пути нефтепродукты поступают на **распределительную нефтебазу**, с которой они автотранспортом доставляются близлежащим потребителям.
- **Данные способы также не имеют ограничений на расстояние транспортирования.** Однако чем выше дальность перевозок, тем больше требуется железнодорожных цистерн, танкеров и барж для доставки одного и того же количества нефтепродуктов. Кроме того при перевалках возникают дополнительные потери грузов.
- Таким образом, хотя **трубопроводный транспорт нефтепродуктов** в нашей стране не является основным, он **имеет большие перспективы для своего дальнейшего развития**, т.к. наиболее удобен и допускает наименьшие потери транспортируемых продуктов.

Магистральный железнодорожный транспорт

- **Транспортирование энергоносителей** по железной дороге производится в специальных цистернах или в крытых вагонах в таре.
- Конструктивно **цистерна состоит** из следующих основных частей:
 - рамы 7,
 - ходовой части 6,
 - ударнотяговых устройств 5,
 - тормозного оборудования 8,
 - котла 4,
 - внутренней 3 и наружной 10 лестниц,
 - устройств крепления котла к раме 11,
 - горловины 1
 - сливного прибора 9,
 - предохранительной арматуры 2.

Цистерна для перевозки бензина и светлых нефтепродуктов



Цистерны специального назначения

- **Цистерны специального назначения** в основном предназначены для перевозки высоковязких и высокопарафинистых нефтей и нефтепродуктов.
- **Цистерны с паровой рубашкой** отличаются от обычных тем, что нижняя часть у них снабжена системой парового подогрева с площадью поверхности нагрева около 40 м².
- **Цистерны-термосы** предназначены для перевозки подогретых высоковязких нефтепродуктов; они покрыты тепловой изоляцией, а внутри котла у них установлен стационарный трубчатый подогреватель с поверхностью нагрева 34 м².
- Объем котла современных цистерн составляет от 54 до 162 м³, диаметр - до 3,2 м.

Цистерны специального назначения

- *Цистерны для сжиженных газов* рассчитаны на повышенное давление (для пропана - 2 МПа, для бутана - 8 МПа).
- **Загрузка и выгрузка сжиженных газов** производится через специальные патрубки с вентилями.
- Предохранительная арматура служит, в основном, для предотвращения разрушения котла цистерн при повышении давления.
- В качестве тары при перевозке нефтегрузов в крытых вагонах используются **бочки (обычно 200 литровые) и бидоны**.
- В бочках транспортируются **светлые нефтепродукты** и масла, а в бидонах - **смазки**.

Достоинства железнодорожного транспорта

- **Достоинствами** железнодорожного транспорта являются:
 - 1) возможность круглогодичного осуществления перевозок;
 - 2) в одном составе (маршруте) могут одновременно перевозиться различные грузы;
 - 3) нефть и нефтепродукты могут быть доставлены в любой пункт страны, имеющий железнодорожное сообщение;
 - 4) скорость доставки грузов по железной дороге примерно в 2 раза выше, чем речным транспортом.

Недостатки железнодорожного транспорта

- **К недостаткам** железнодорожного транспорта относятся:
 - 1) высокая стоимость прокладки железных дорог;
 - 2) увеличение загрузки существующих железных дорог и как следствие - возможные перебои в перевозке других массовых грузов;
 - 3) холостой пробег цистерн от потребителей нефтегрузов к их производителям.

Магистральный водный транспорт

- Широкое применение **водного транспорта** в нашей стране predetermined тем, что по протяженности водных путей Россия занимает первое место в мире.
- **Длина береговой морской линии России**, включая острова, составляет **около 100 тыс. км.**
- В нашей стране свыше **600 крупных и средних озер**, а суммарная **протяженность рек составляет около 3 млн. км.**
- Каналы имени Москвы, Волго-Донской, Беломоро-Балтийский и Волго-Балтийский связывают водные пути Европейской части России и порты Балтийского, Белого, Каспийского, Азовского и Черного морей.

Магистральный водный транспорт

- Для перевозки нефтегрузов используются сухогрузные и наливные суда.
- **Сухогрузными судами** груз перевозится непосредственно на палубе (в основном, в бочках).
- **Нефтеналивные суда** перевозят нефть и нефтепродукты в трюмах, а также в танках (баках), размещенных на палубе.
- Различают следующие **типы нефтеналивных судов**:
 - 1) танкеры морские и речные;
 - 2) баржи морские (лихтеры) и речные.

Магистральный водный транспорт

- **Танкер** - это самоходное судно, корпус которого системой продольных и поперечных переборок разделен на отсеки.
- Различают **носовой (форпик), кормовой (ахтерпик) и грузовые отсеки (танки)**. Для предотвращения попадания паров нефти и нефтепродуктов в хозяйственные и машинное отделения грузовые танки отделены от носового и кормового отсеков специальными глухими отсеками (коффердамами). Для сбора продуктов испарения нефтегрузов и регулирования давления в танках на палубе танкера устроена специальная газоотводная система с дыхательными клапанами.
- **Все грузовые танки** соединены между собой трубопроводами,, проходящими от насосного отделения по днищу танка. Кроме того, они оборудуются подогревателями, установками для вентиляции и пропаривания танков, средствами пожаротушения и др.
- **Речные танкеры** в отличие от морских имеют относительно небольшую грузоподъемность.

Магистральный водный транспорт

- **Баржи** отличаются от танкеров тем, что не имеют собственных насосов.
- **Морские баржи (лихтеры)** обычно служат для перевозок нефти и нефтепродуктов когда танкеры не могут подойти непосредственно к причалам для погрузки-выгрузки. Их грузоподъемность составляет 10000 т и более.
- **Речные баржи** служат для перевозки нефтепродуктов по внутренним водным путям. Поэтому их корпус менее прочен, чем у морских барж. Они бывают самоходными и несамоходными. Последние перемещаются буксирами.

Магистральный водный транспорт

- В настоящее время накоплен значительный опыт по перевозке **танкерами сжиженных углеводородных газов (СУГ)**.
- Дело в том, что многие страны не имеют собственных месторождений газа и отделены морскими бассейнами от стран, где его добыча велика.
- **Морской транспорт сжиженных углеводородных газов** широко используется в Англии, Дании, Италии, США, Франции, Японии и других странах.
- Транспортирование сжиженных углеводородных газов танкерами является одним из наиболее дешевых видов водного транспорта.
- В 1972 г. в эксплуатации находилось свыше **300 танкеров-газовозов общей вместимостью около 2 млн. м³**.

Магистральный водный транспорт

- Новым направлением в организации водных перевозок нефтепродуктов является использование **подводных лодок для их доставки в районы Крайнего Севера.**
- В настоящее время нефтепродукты поступают в **районы Крайнего Севера** морским и речным транспортом, в танкерах и таре. Однако на отдельных участках Северного морского пути сплошное ледовое покрытие препятствует навигации в течение семи месяцев. Кроме того, потребители нефтепродуктов очень разбросаны, а устойчивая инфраструктура распределения нефтепродуктов отсутствует.
- В настоящее время в нашей стране **разработан проект подводного танкера-ледокола, способного перевозить до 12 тыс. т нефтепродуктов за рейс.**

Фидерная система перевозок

- **Фидерная система перевозок** — *использование судоходными компаниями небольших судов для транспортировки грузов, в том числе в контейнерах, с целью их концентрации в грузовых центрах (крупных портах) или вывоза грузов небольшими отправлениями из данных центров.*
- **Фидерная система перевозок** в процессе доставки грузов интегрирует различные виды транспорта и, прежде всего морской и речной и обслуживает направления на коротких и средних расстояниях с мелкопартионными потоками грузов, которые поступают из множества мелких пунктов и слабо оборудованных портов в крупные морские порты с целью их накопления для последующей отправки на линейных судах.
- Данная система обеспечивает также вывоз водным путем грузов мелкими партиями из грузовых центров (портов) на небольших судах в мелководные морские и речные порты.
- **Фидерная система перевозок** применяется, прежде всего, судоходными компаниями для концентрации и вывоза генеральных грузов, особенно перевозимых морским транспортом в контейнерах на регулярных судоходных линиях.

Фидерная система перевозок

- **Основные цели использования фидерной системы перевозок** — создание загрузки судам регулярных судоходных линий и получение дополнительных доходов от перевозок грузов, а также возможность быстрой обработки небольших судов, исключая их простои в ожидании причалов.
- Данная система **позволяет значительно сократить время перевозки грузов** за счет доставки их на регулярных судоходных линиях.
- Вместе с тем, поскольку лишь немногие грузополучатели (грузоотправители) находятся вблизи внутренних водных путей, почти всегда требуются дополнительные перевозки на автомобильном и железнодорожном транспорте.

Достоинства водного транспорта

- **Достоинствами** водного транспорта являются:
 - 1) относительная дешевизна перевозок;
 - 2) неограниченная пропускная способность водных путей (особенно морских);
 - 3) возможность завоза нефтепродуктов в отдаленные районы страны, не связанные железной дорогой с НПЗ.

Недостатки водного транспорта

- **К недостаткам** водного транспорта относятся:

- 1) сезонность перевозок по речным и частично морским путям, что вызывает необходимость создавать большие запасы нефтегрузов;
- 2) медленное продвижение грузов (особенно вверх по течению рек);
- 3) невозможность полностью использовать тоннаж судов при необходимости переброски специальных нефтепродуктов в небольших количествах;
- 4) порожние рейсы судов в обратном направлении.

Магистральный автомобильный транспорт для перевозки нефти, нефтепродуктов и газа

- **Автотранспортом** можно перевозить все типы углеводородных жидкостей. В нашей стране его применяют для транспортирования нефтепродуктов и сжиженных углеводородных газов.
- **Автомобильный транспорт** используется для завоза нефтегрузов потребителям, удаленным на небольшое расстояние от источников снабжения (наливных пунктов, складов и баз). Например, автотранспортом отгружаются нефтепродукты с нефтебаз в автохозяйства, на автозаправочные станции и сельские склады горючего.
- **Автоперевозки нефтегрузов** осуществляются в таре (нефтепродукты - в бочках, канистрах, бидонах; сжиженные углеводородные газы - в баллонах), а также в автомобильных цистернах.

Достоинства автомобильного транспорта

- **Достоинствами** автомобильного транспорта нефтегрузов являются:
 - 1) большая маневренность;
 - 2) быстрота доставки;
 - 3) возможность завоза грузов в пункты, значительно удаленные от водных путей или железной дороги;
 - 4) всесезонность.

Недостатки автомобильного транспорта

- ***К недостаткам*** относятся:
 - 1) ограниченная вместимость цистерн;
 - 2) относительно высокая стоимость перевозок;
 - 3) наличие порожних обратных пробегов автоцистерн;
 - 4) значительный расход топлива на собственные нужды.

Магистральный трубопроводный транспорт

- **Магистральный трубопроводный транспорт** является важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса России.
- **Системы трубопроводного транспорта** являются эффективным инструментом реализации государственной политики, позволяющим государству регулировать поставки нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки.
- **Трубопроводный транспорт** активно влияет на формирование и развитие ТЭК страны и отдельных регионов, являясь его неотъемлемой частью, и обеспечивает:
 - перекачку добытых и переработанных энергоресурсов;
 - выполняет роль распределительной системы комплекса;
 - транспортировку энергоресурсов на экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Магистральный трубопроводный транспорт

- **Протяженность** магистральных трубопроводов **России** составляет 217 тыс. км., в т.ч. 151 тыс.км. газопроводных магистралей, 46,7 тыс. км. нефтепроводных, 19,3 тыс.км. нефтепродуктопроводных.
- В **состав сооружений трубопроводного транспорта** входят 487 перекачивающих станций на нефте- и нефтепродуктопроводах, резервуарные парки вместимостью 17,4 млн. куб.м., а также 247 компрессорных станций, 4053 газоперекачивающих агрегата и 3300 газораспределительных станций.
- По магистральным трубопроводам перемещается 100% добываемого газа, 99% нефти, более 50% продукции нефтепереработки.
- В **общем объеме грузооборота** трубопроводного транспорта доля газа составляет 55,4%, нефти – 40,3%, нефтепродуктов – 4,3%.

Типы трубопроводных систем

- В зависимости от вида транспортируемого продукта различают следующие **ТИПЫ узкоспециализированных трубопроводных систем (магистральных трубопроводов):**
 - **нефтепроводы,**
 - **нефтепродуктопроводы,**
 - **газопроводы,**
 - **трубопроводы для транспортирования нетрадиционных**

Свойства нефти, влияющие на технологию их транспорта

- Физико-химические свойства нефтей зависят от их состава. Параметры режимов транспортировки нефти по трубопроводу определяются, главным образом, **плотностью и вязкостью нефти**, а также зависимостью этих характеристик от температуры и давления.
- **Плотность** нефти при 20 °С колеблется в пределах от 760 до 940 (1050) кг/м³. С увеличением температуры она уменьшается.
- Величина **вязкости** предопределяет способ транспортировки нефти по трубопроводам.
- **Маловязкие нефти** перекачивают при температуре окружающей среды без предварительной обработки.

Свойства нефти, влияющие на технологию их транспорта

Температура застывания - условная величина, изменяется в некотором интервале значений; зависит от химического состава нефти и от содержания в ней парафина и смол.

Испаряемость – свойство нефти и нефтепродуктов переходить из жидкого состояния в газообразное при температуре меньшей, чем температура кипения.

Пожароопасность нефти и нефтепродуктов определяется величинами температур вспышки, воспламенения и самовоспламенения.

Температура вспышки паров - температура, при которой пары жидкости, нагретой при определенных условиях, образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней открытого пламени.

Свойства нефти, влияющие на технологию их транспорта

Температура воспламенения - температура, при которой жидкость при поднесении открытого пламени горит.

Температура самовоспламенения - температура нагрева жидкости, при которой ее пары воспламеняются без поднесения открытого огня.

Нижний предел взрываемости – это концентрация паров жидкости в воздухе, ниже которой не происходит вспышки смеси из-за избытка воздуха и недостатка паров при внесении в эту смесь горящего предмета.

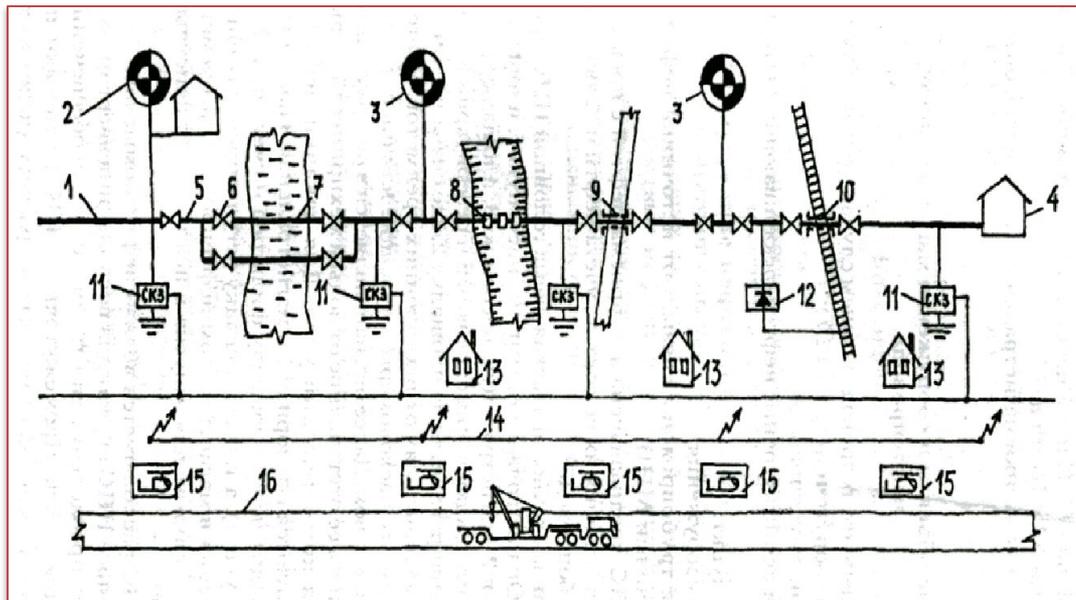
Свойства нефти, влияющие на технологию их транспорта

Верхний предел взрываемости соответствует такой концентрации паров нефти и нефтепродуктов в воздухе, выше которой смесь не взрывается, а горит. Значения концентрации паров между нижним и верхним пределами взрываемости называют интервалом взрываемости.

Электризация: при трении частиц углеводородных жидкостей между собой, о стенки трубопроводов и емкостей, а также о воздух возникают заряды статического электричества величиной до нескольких десятков киловольт. Для воспламенения же достаточно разряда с энергией 4...8 кВт.

.

Состав сооружения магистрального нефтепровода



- 1 - подводящий трубопровод;
- 2 - головная нефтеперекачивающая станция (ГНПС);
- 3 - промежуточная нефтеперекачивающая станция (ПНПС);
- 4 - конечный пункт;
- 5 - линейная часть;
- 6 - линейная задвижка;
- 7 - дюкер;
- 8 - надземный переход;
- 9 - переход под автодорогой;
- 10 - переход под железной дорогой;
- 11 - станция катодной защиты;
- 12 - дренажная установка;
- 13 - дом обходчика;
- 14 - линия связи;
- 15 - вертолетная площадка;
- 16 - вдольтрассовая дорога подводящих трубопроводов.

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **Подводящие трубопроводы** связывают источники нефти с головными сооружениями МНП.
- **Головная НПС** предназначена для приема нефтей с промыслов, смешения или разделения их по сортам, учета нефти и ее закачки из резервуаров в трубопровод. **Головная НПС располагается вблизи нефтепромыслов.**
- **Промежуточные НПС** служат для восполнения энергии, затраченной потоком на преодоление сил трения, с целью обеспечения дальнейшей перекачки нефти. **Промежуточные НПС размещают** по трассе трубопровода согласно гидравлическому расчету (**через каждые 50... 200 км**).

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **Конечным пунктом** магистрального нефтепровода обычно является **нефтеперерабатывающий завод или крупная перевалочная нефтебаза.**
- На магистральных нефтепроводах большой протяженности организуются **эксплуатационные участки длиной от 400 до 600 км.**
- **Граница между эксплуатационными участками обязательно проходит через промежуточные НПС.** Промежуточная НПС, находящаяся в начале эксплуатационного участка, является для него "головной" НПС, а промежуточная НПС, находящаяся в конце эксплуатационного участка - "конечным пунктом" для него.
- **Состав сооружений промежуточных НПС, расположенных на концах эксплуатационного участка, отличается от обычных наличием резервуарных парков.**
- Таким образом, магистральный нефтепровод большой протяженности состоит как бы из нескольких последовательно соединенных нефтепроводов протяженностью не более 600 км каждый.

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **К линейным сооружениям** магистрального нефтепровода относятся:
 - 1) собственно трубопровод (или линейная часть);
 - 2) линейные задвижки;
 - 3) средства защиты трубопровода от коррозии (станции катодной и протекторной защиты, дренажные установки);
 - 4) переходы через естественные и искусственные препятствия (реки, дороги и т.п.);
 - 5) линии связи;
 - 6) линии электропередачи;
 - 7) дома обходчиков;
 - 8) вертолетные площадки;
 - 9) грунтовые дороги, прокладываемые вдоль трассы трубопровода.

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **Собственно трубопровод** - основная составляющая магистрального нефтепровода - представляет собой трубы, сваренные в "нитку", оснащенные камерами приема и пуска скребков, разделителей, диагностических приборов, а также трубопроводы-отводы.
- Минимальное заглубление трубопроводов до верха трубы должно быть не менее (м):
 - при обычных условиях прокладки 0,8
 - на болотах, подлежащих осушению 1,1
 - в песчаных барханах 1,0
 - в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельхозмашин 0,6
 - на пахотных и орошаемых землях 1,0
 - при пересечении каналов 1,1

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **Линейные задвижки** устанавливаются по трассе трубопровода не реже, чем через 30 км, с учетом рельефа местности таким образом, чтобы разлив нефти в случае возможной аварии был минимальным. Кроме того, линейные задвижки размещаются на выходе из НПС и на входе в них, на обоих берегах пересекаемых трубопроводом водоемов, по обеим сторонам переходов под автомобильными и железными дорогами.
- **Станции катодной защиты** располагаются вдоль трассы трубопровода в соответствии с расчетом.
- **Протекторная защита** применяется в местах, где отсутствуют источники электроснабжения.
- **Дренажные установки** размещаются в местах воздействия на трубопровод блуждающих токов (линии электрифицированного транспорта, линии электропередач и др.).

Состав сооружения магистрального трубопровода

- **Дюкер** - участок нефтепровода, прокладываемый на пересечении с искусственным или естественным препятствием: под руслом реки или канала, по дну глубокого оврага, под авто- или железной дорогой. В этом случае, как правило, дюкер состоит из нескольких труб, которые предварительно свариваются в «нитку» («плеть»).
- **При переходах через водные преграды трубопроводы**, как правило, **заглубляются ниже уровня дна**.
- Для предотвращения всплытия на трубопроводах монтируют чугунные или железобетонные утяжелители (пригрузки) различной конструкции.
- Кроме основной **укладывают резервную нитку** перехода того же диаметра.
- **На пересечениях железных и крупных шоссейных дорог** трубопровод **укладывают способом протаскивания** в подготовленную траншею или «футляр» («кожух») из труб, диаметр которых не менее, чем на 200 мм больше.
- **При пересечении естественных и искусственных препятствий** применяют также **надземную прокладку трубопроводов** (на опорах, либо за счет собственной жесткости трубы).

Состав сооружения магистрального трубопровода

- Вдоль трассы трубопровода проходят линии связи, линии электропередачи, а также грунтовые дороги.
- **Линии связи**, в основном, имеют диспетчерское назначение. Это очень ответственное сооружение, т. к. обеспечивает возможность оперативного управления согласованной работой перекачивающих станций на расстоянии нескольких сот километров. Прекращение работы связи, как правило, влечет за собой остановку перекачки по трубопроводу.
- **Линии электропередач** служат для электроснабжения перекачивающих станций, станций катодной защиты и дренажных установок.

Состав сооружения магистрального трубопровода

- По **вдольтрассовым** **дорогам** перемещаются **аварийно-восстановительные бригады, специалисты электрохимической защиты, обходчики и др.**
- **Вертолетные площадки** предназначены для посадок вертолетов, осуществляющих **патрулирование трассы трубопроводов.**
- На расстоянии 10...20 км друг от друга вдоль трассы размещены **дома обходчиков.** В обязанности обходчика входит наблюдение за **исправностью своего участка трубопровода.**

Классификация нефтепроводов

- По назначению нефтепроводы делятся на три группы: внутренние, местные и магистральные.
- **Внутренние нефтепроводы** находятся внутри чего-либо:
 - промыслов (внутрипромысловые),
 - нефтебаз (внутрибазовые),
 - нефтеперерабатывающих заводов (внутризаводские).
- Протяженность внутренних нефтепроводов невелика.
- **Местные нефтепроводы** соединяют различные элементы транспортной цепочки:
 - ✓ нефтепромысел и головную станцию магистрального нефтепровода,
 - ✓ нефтепромысел и пункт налива железнодорожных цистерн либо судов.
- Протяженность местных нефтепроводов больше, чем внутренних, и достигает *нескольких десятков и даже сотен километров*.
- **К магистральным нефтепроводам (МНП)** относятся трубопроводы *протяженностью свыше 50 км* и диаметром от 219 до 1220 мм включительно, предназначенные для транспортировки товарной нефти из районов добычи до мест потребления или перевалки на другой вид транспорта.

Классификация нефтепроводов

- **В зависимости от условного диаметра** магистральные нефтепроводы подразделяются на 4 класса:
 - I класс от 1000 до 1200 мм включительно;
 - II класс от 500 до 1000 мм включительно;
 - III класс от 300 до 500 мм включительно;
 - IV класс менее 300 мм.
- Кроме того, нефтепроводы делят на категории, которые учитываются при расчете толщины стенки, выборе испытательного давления, а также при определении доли монтажных сварных соединений, подлежащих контролю физическими методами.

Состав ОАО «Транснефть»

Состав ОАО «Транснефть»

Урало-Сибирские магистральные нефтепроводы

Приволжские магистральные нефтепроводы

Северо-Западные магистральные нефтепроводы

Верхневолжские магистральные нефтепроводы

Северные магистральные нефтепроводы

Транссибирские магистральные нефтепроводы и
«Сибнефтепровод

Прикаспийско-Кавказские и Черноморские магистральные
нефтепроводы

Магистральный нефтепровод «Дружба»

Магистральные нефтепроводы Центральной Сибири

Производственное объединение Северо-Кавказских
магистральных нефтепроводов

Трасса трубопровода и ее профиль

- **Трассой трубопровода** именуют линию, разбитую на местности и определяющую направление оси трубопровода в каждой его точке. Эта линия, будучи нанесена на план местности, по которой проходит трубопровод, именуется планом трассы.
- **Профиль трассы** строят так, что длина трубопровода определяется на нем горизонтальной прямой, являющейся разверткой трассы. Сама же ломаная линия профиля является условной линией, характеризующей собой вертикальные уклоны отдельных участков трассы, но не их длину.

Трасса трубопровода и ее профиль

- Для наилучшего выявления местности **вертикальный масштаб профиля обычно берут в пару раз больше, чем горизонтальный масштаб.**
- Отношение вертикального к горизонтальному масштабу именуется **искажением профиля.** Искажение быть может десятикратным, пятидесятикратным, стократным и т.п.
- Точку профиля, резко возвышающуюся над примыкающими, называют **пиком.** Пониженный же участок трассы, ограниченный с обеих сторон подъемами, именуют **кармашком либо мешком.**
- **Длину трубопровода** конкретно по его трассе измеряют топографической лентой. При подготовительных расчетах длину трубопровода можно определять по карте, при этом точность измерения возрастает с повышением масштаба карты.

Специальные технологии перекачки нефти

- В текущее время в РФ и за рубежом добывают **нефти, владеющие высокой вязкостью** (при обыденных температурах), либо **содержащие огромное количество парафина**.
- Перекачка таких видов нефти по трубопроводам **обыденным методом затруднена**.
- Для воплощения их транспортировки используют последующие **способы увеличения текучести нефти**:
 - смешение вязких с маловязкими и совместная их перекачка;
 - смешение и перекачка с водой;
 - термообработка вязких нефтей и следующая их перекачка;
 - перекачка заранее нагретых нефтей;
 - добавление присадок -депрессаторов в нефти.

Последовательная перекачка нефтепродуктов

- **Последовательная перекачка нефтей и нефтепродуктов** — транспортировка разносортных нефтепродуктов и нефтей с различными физико-химическими свойствами по одному магистральному трубопроводу последовательно (один продукт непосредственно за другим). **Продукты поступают в трубопровод на головной станции из отдельных резервуаров и принимаются в резервуары на конечном пункте трассы отдельно один от другого** так, чтобы жидкости не перемешивались.
- **Последовательная перекачка** позволяет максимально загрузить магистральный трубопровод и обеспечить промышленность и сельское хозяйство различными видами нефтепродуктов.
- **Последовательная перекачка** уменьшает нагрузку на другие виды транспорта (железнодорожный, водный и т.д.).
- Доставка разносортных нефтей к НПЗ методом последовательной перекачки **позволяет избежать смешения нефтей в резервуарах на головной станции трубопровода и упростить технологию их переработки.**

Последовательная перекачка нефтепродуктов

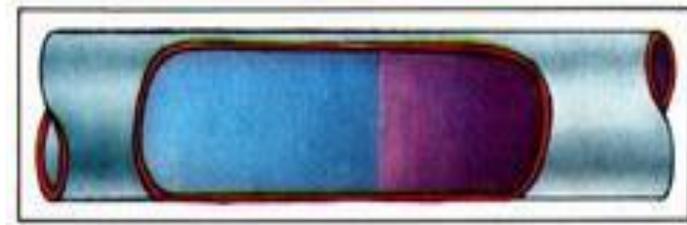
- При циклической последовательной перекачке нефтепродукты, близкие по своим свойствам, **группируются в партии**. Например, в одну группу могут быть объединены карбюраторные, а в другую — дизельные топлива.
- **Две партии нефтепродуктов, принадлежащих к различным группам, образуют цикл.**
- **Перед началом перекачки для каждого цикла составляют технологическую карту расположения нефтепродуктов в партии**, где указывают порядок следования нефтепродукта данного сорта и его объём.
- **Формирование партий и цикла на головном пункте трубопровода осуществляется согласно этой технологической карте.** При этом партии нефтепродуктов формируются так, чтобы не было резкого изменения физико-химических свойств при переходе внутри цикла от одной партии нефтепродуктов к другой и наиболее ценные нефтепродукты (например, бензин с высоким октановым числом) оказались в середине партии.
- На магистральных нефтепродуктопроводах за год осуществляется последовательная перекачка с 30-50 циклами.

Последовательная перекачка нефтепродуктов

- Последовательная перекачка имеет ряд существенных особенностей по сравнению с транспортом однородной жидкости (смесеобразование в зоне контакта разноразных нефтепродуктов и одновременное движение жидкостей с различными плотностями и вязкостями в трубопроводе).
- Процесс смесеобразования при последовательной перекачке методом прямого контактирования обусловлен структурой потока жидкости в трубопроводе.
- Скорость жидкости у внутренней поверхности трубопровода меньше, чем в центральных областях потока, поэтому идущий сзади нефтепродукт как бы "вклинивается" в нефтепродукт, идущий впереди. Одновременно с этим процессы диффузии перемешивают разноразные жидкости, создавая более или менее равномерное распределение вещества по сечению трубопровода, в результате чего в месте контакта разноразных жидкостей возникает область смеси, объём которой зависит от режима течения жидкостей, их вязкости, плотности, состояния линейной части трубопровода и т.п.

Последовательная перекачка нефтепродуктов

- Для уменьшения смесеобразования нефтепродукты внутри цикла могут быть отделены друг от друга **с помощью механических разделителей.**
- Для осуществления последовательной перекачки с механическими разделителями трубопровод оборудуется камерами запуска и приёма разделителей.
- **Механические разделители выполняются в виде экранов, эластичных шаров и поршней.**
- Смесь разносортных нефтепродуктов имеет физико-химические свойства, отличные от свойств перекачиваемых нефтепродуктов, и не может быть реализована как полноценный продукт.



Последовательная перекачка нефтепродуктов

- Последовательная перекачка разноименных и разносортных нефтепродуктов по магистральным трубопроводам осуществляется **циклами**. Каждый цикл состоит из нескольких партий нефтепродуктов, располагающихся в определенной последовательности.
- Порядок последовательности партий нефтепродуктов в цикле определяется таким образом, чтобы каждый нефтепродукт контактировал с двумя другими, наиболее близкими к нему по своим свойствам.
- При последовательной перекачке различных марок бензинов контактирующие **пары подбираются с наименьшей разницей их октановых чисел**.
- При последовательной перекачке различных марок (видов) дизельных топлив контактирующие **пары подбираются с минимальной разницей температур их вспышки**, а при одинаковой разнице температур вспышек — **с минимальной разницей содержания серы**.

Разделение смеси нефтепродуктов в конце трубопровода

- Прием и раскладка смесей на пунктах приема-сдачи МНПП **производятся по карте раскладки**, составленной инженером-химиком и начальником товаротранспортной службы на основании данных, полученных от головной перекачивающей станции о качестве закачанных в МНПП нефтепродуктов, и результатов контроля за прохождением смеси на предпоследнем пункте с учетом увеличения объема смеси на последнем участке МНПП. Кроме того, необходимо учитывать наличие смеси нефтепродуктов в технологических объектах пункта приема-сдачи МНПП.
- Контроль за продвижением партий нефтепродуктов, приемом и раскладкой их смесей осуществляется в соответствии с п.п. 9.1-9.6 Инструкции.
- При последовательной перекачке одноименных нефтепродуктов (бензинов и дизельных топлив различных марок и т.п.) образовавшаяся смесь раскладывается по резервуарам с соответствующими нефтепродуктами в процессе ее приема.

Разделение смеси нефтепродуктов в конце трубопровода

- Количество смеси, добавляемой в каждый нефтепродукт, зависит от его запаса качества по показателю, на который влияет примесь контактировавшего с ним нефтепродукта, и определяется конкретно в каждом случае.
- При отсутствии запаса качества у высокосортного нефтепродукта **вся смесь принимается в резервуар с низкосортным нефтепродуктом** при условии сохранения его качества. При наличии запаса качества у бензина или дизельного топлива **допускается** часть смеси **сбрасывать в высокосортный нефтепродукт** при условии сохранения их качества.
- Оформление соответствующего перечисления нефтепродуктов из сорта в сорт производится в плановом порядке на основании месячных объемов их перекачки и расчетного количества нормативных технологических смесей.

Основные достоинства трубопроводного транспорта

- **Основными достоинствами** трубопроводного транспорта являются:
 - 1) низкая себестоимость транспортировки;
 - 2) возможность прокладки трубопровода в любом направлении и на любое расстояние - это кратчайший путь между начальным и конечным пунктами;
 - 3) непрерывность процесса перекачки, бесперебойность работы и соответственно гарантированное снабжение потребителей, независимо от погоды, времени года и суток;
полная автоматизация операций по наливу, перекачки, транспортировки и сливу;
 - 4) высокая надежность и простота в эксплуатации;
 - 5) разгрузка традиционных видов транспорта;
 - 6) сохранность качества благодаря полной герметизации трубы;
 - 7) малочисленность персонала;
 - 8) отсутствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основные недостатки трубопроводного транспорта

- **К недостаткам** трубопроводного транспорта относятся:
 - 1) большие первоначальные затраты на сооружение магистрального трубопровода, что делает целесообразным применение трубопроводов только при больших, стабильных грузопотоках;
 - 2) определенные ограничения на количество сортов (типов, марок) энергоносителей, транспортируемых по одному трубопроводу – узкая специализация грузов;
 - 3) "жесткость" трассы трубопровода, вследствие чего для организации снабжения энергоносителями новых потребителей нужны дополнительные капиталовложения.

Потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении

- Потери нефти и нефтепродуктов наносят большой вред всему народному хозяйству, поэтому борьба с потерями — чрезвычайно важная и актуальная задача.
- Для борьбы с потерями **необходимо знать причины**, вызывающие потери нефти и нефтепродуктов.
- Потери происходят от **утечек, испарения, смешения различных сортов нефтепродуктов и нефтей**.
- По данным исследований в системе транспорта и хранения примерно **75% потерь нефти и нефтепродуктов происходит от испарения**.

Потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении

- **Потери от испарения.** В резервуаре, имеющем некоторое количество продукта, газовое пространство заполнено паровоздушной смесью.
- Всякое **выталкивание паровоздушной смеси** из газового пространства резервуара в атмосферу **сопровождается потерями нефтепродукта, испарившегося в газовое пространство** – это и есть потери от испарения.
- Они происходят по следующим причинам:
 1. **От вентиляции газового пространства.** Если в крыше резервуара имеются в двух местах отверстия, расположенные на расстоянии H по вертикали, то более тяжелые бензиновые пары будут выходить через нижнее отверстие, а соответствующее количество атмосферного воздуха входить в газовое пространство резервуара через верхнее отверстие; установится естественная циркуляция воздуха и бензиновых паров в резервуаре, образуется так называемый газовый сифон.
- **Потери от вентиляции** могут происходить через открытые люки резервуаров, цистерн путем простого выдувания бензиновых паров ветром, вследствие чего их необходимо тщательно герметизировать.

Потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении

- **2. Потери от «больших дыханий»** — от вытеснения паров нефтепродуктов из газового пространства емкостей закачиваемым нефтепродуктом. **Нефтепродукт, поступающий в герметизированный резервуар, сжимает паровоздушную смесь до давления,** на которое установлена арматура. Как только давление станет равным расчетному давлению дыхательного клапана, из резервуара будут выходить пары нефтепродукта, начнется «большое дыхание» («выдох»). Чем больше давление, на которое отрегулирован дыхательный клапан, тем позднее начнется «большое дыхание».
- **При откачке нефтепродукта из резервуара** происходит обратное явление: как только вакуум в резервуаре станет равен вакууму, на который установлен дыхательный клапан, в газовое пространство начнет входить атмосферный воздух — произойдет «вдох» резервуара.

Потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении

- 3. Потери от «обратного выдоха».** Вошедший в резервуар воздух начнет насыщаться парами нефтепродукта; количество газов в резервуаре будет увеличиваться; вследствие этого по окончании «вдоха», спустя некоторое время из резервуара может произойти «обратный выдох» — выход насыщающейся газовой смеси.
- 4. Потери от насыщения газового пространства.** Если в пустой резервуар, содержащий только воздух, залить небольшое количество нефтепродукта, последний начнет испаряться и насыщать газовое пространство. Паровоздушная смесь будет увеличиваться в объеме, и часть ее может уйти из резервуара — произойдут потери от насыщения.

Потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении

5. Потери от «малых дыханий» происходят в результате следующих причин:

- а) **из-за повышения температуры газового пространства в дневное время.** В дневное время газовое пространство резервуара и поверхность нефтепродукта нагреваются за счет солнечной радиации. Паровоздушная смесь стремится расшириться, с поверхности нефтепродукта испаряются наиболее легкие фракции, концентрация паров нефтепродукта в газовом пространстве повышается, давление растет. Когда избыточное давление в резервуаре станет равным давлению, на которое установлен дыхательный клапан, он открывается и из резервуара начинает выходить паровоздушная смесь — происходит «выдох». В ночное время из-за снижения температуры часть паров конденсируется, паровоздушная смесь сжимается, в газовом пространстве создается вакуум, дыхательный клапан открывается и в резервуар входит атмосферный воздух — происходит «вдох»;
- б) **из-за снижения атмосферного давления.** При этом разность давлений в газовом пространстве резервуара и атмосферного может превысить перепад давлений, на который установлен дыхательный клапан, он откроется и произойдет «выдох» («барометрические малые дыхания»). При повышении атмосферного давления может произойти «вдох».

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- **Резервуарный парк** - комплекс взаимосвязанных отдельных или групп резервуаров для хранения или накопления жидких продуктов (нефти, нефтепродуктов, жидких углеводородов, хим. продуктов, воды и др.).
- **Резервуарный парк** оборудуется:
 - технологическими трубопроводами,
 - запорной арматурой,
 - насосными установками для внутрипарковых перекачек,
 - системами сокращения потерь продуктов,
 - системами безопасности, пожаротушения и средствами автоматизации.

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- **Резервуарный парк** обеспечивает:
 - ✓ равномерную загрузку магистральных трубопроводов, компенсацию пиковых и сезонных неравномерностей потребления нефти, нефтепродуктов и воды промышленными р-нами и городами;
 - ✓ накопление запасов аварийного и стратегического резерва для технологических операций по смешению, подогреву и доведению продуктов до определённой кондиции
- **Резервуары** могут использоваться при товарно-коммерческих операциях для замеров количества продуктов.

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- **Резервуарные парки** могут входить в состав:
 - нефтепромыслов,
 - нефтебаз,
 - головных и промежуточных (с ёмкостью) перекачивающих станций магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов;
 - нефтеперерабатывающих предприятий,
 - нефтехимических комплексов.
- **Резервуарные парки** могут также являться самостоятельными предприятиями.

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- По способу размещения резервуарных парков различают :
 - **надземные,**
 - **наземные,**
 - **полуподземные,**
 - **подземные,**
 - **подводные.**
- **Надземные и наземные резервуарные парки** оборудуются в основном стальными вертикальными цилиндрическими нефтяными резервуарами со стационарной или плавающей крышей, понтонами или резервуарами специальных конструкций (каплевидных, сферических и др.); **полуподземные** - железобетонными резервуарами с облицовкой внутри стальным листом или без неё.
- **Подземные Р. п.** позволяют создать значительные запасы продуктов при небольших площадях по сравнению с наземными или полуподземными. Подземные Р. п. сооружаются обычно в отложениях каменной соли или в твёрдых осадочных породах (Соляные хранилища).
- **Подводные Р. п.** могут сооружаться в бетонных фундаментах морских буровых платформ, состоять из подводных резервуаров или танкеров, используемых в качестве Р. п.

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- **Надземные, наземные и полуподземные резервуарные парки** для нефти, нефтепродуктов, жидких углеводородов и легковоспламеняющихся химических продуктов состоят из групп резервуаров.
- **Ёмкость резервуаров одной группы не превышает 200 тыс. м³.**
- Обычно по периметру они ограничены обвалованием (ограничивающей стенкой), дорогами или противопожарными проездами.
- Расстояния между резервуарами в Р. п. ограничиваются санитарными и противопожарными нормами и правилами.
- **Ёмкость надземных, наземных и полуподземных Р. п. не превышает 1 млн. м³** и ограничивается размерами отводимой территории.

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- На большинстве российских НПЗ **нефть хранится** в вертикальных металлических цилиндрических **резервуарах вместимостью 10-50 тыс. м³** – надземных резервуарных парках.
- На некоторых заводах нефть и темные нефтепродукты хранятся в железобетонных заглубленных емкостях, построенных до 1960 г. – подземных резервуарных парках.
- **Общая емкость сырьевых резервуарных парков** определяется таким образом, чтобы **обеспечить запас по нефти**, позволяющий заводу безостановочно работать не менее **2 суток** при поступлении нефти по магистральному нефтепроводу и в течение **7 суток** при поступлении нефти по железной дороге.
- **Емкость товарных парков** должна обеспечивать **запас хранения до 15-суточной выработки жидких нефтепродуктов и до 3-суточной выработки сжиженных нефтяных газов.**
- **Если нефтепродукты отправляются с НПЗ по продуктопроводу,** то объем товарного парка может быть уменьшен до **7-суточного запаса.**

Парковое хозяйство для хранения исходного нефтегазового сырья и готовой нефтехимической продукции

- **Как правило, для хранения каждого вида нефтепродукта применяется система 3 резервуаров.** Товарный продукт поступает в первый резервуар, направляется на анализ из второго и отгружается из третьего.
- **Основными нормативными документами,** определяющими порядок проектирования товарно-сырьевых баз на НПЗ, являются:
 - Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
 - Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы
 - Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легко воспламеняющихся жидкостей под давлением
 - Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности
 - Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов

Рекомендации по выбору резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов

Нефть, нефтепродукт	Тип резервуара
Нефть (в сырьевых парках)	Вертикальный стальной резервуар с плавающей крышей или понтоном
Бензин	Вертикальный стальной резервуар с плавающей крышей или понтоном
Керосин, дизельное топливо	Резервуар со щитовой кровлей под давлением 2 кПа
Мазут, гудрон, смазочные масла	Вертикальный стальной резервуар со щитовой кровлей под давлением 200 Па
Легкие фракции бензина, сжиженные газы, индивидуальные легкие углеводороды	Горизонтальная цилиндрическая емкость или шаровой резервуар под давлением 2, 8 или 18 кг/см ²

Единицы измерения давления

- Паскаль равен давлению, вызываемому силой, равной одному ньютону, равномерно распределённой по нормальной к ней поверхности площадью один квадратный метр:
- $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$.
- С основными единицами СИ паскаль связан следующим образом:
- $1 \text{ Па} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$.
- Ньютон — производная единица. Исходя из второго закона Ньютона она определяется как сила, изменяющая за 1 с скорость тела массой 1 кг на 1 м/с в направлении действия силы. Таким образом, $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$.

Трубопроводный транспорт газа

- Добываемый в России природный газ поступает в магистральные газопроводы, объединенные в **Единую систему газоснабжения (ЕСГ) России**.
- **ЕСГ** является крупнейшей в мире системой транспортировки газа и представляет собой уникальный технологический комплекс, включающий в себя объекты добычи, переработки, транспортировки, хранения и распределения газа. ЕСГ обеспечивает непрерывный цикл поставки газа от скважины до конечного потребителя.
- Благодаря централизованному управлению, большой разветвленности и наличию параллельных маршрутов транспортировки **ЕСГ обладает существенным запасом надежности** и способна обеспечивать бесперебойные поставки газа даже при пиковых сезонных нагрузках.
- **Протяженность ЕСГ составляет 164,7 тыс. км.**
- В транспорте газа используются 211 компрессорных станций с общей мощностью газоперекачивающих агрегатов 41,7 млн кВт.
- **Единая система газоснабжения России принадлежит «Газпрому».**

Трубопроводный транспорт газа

- Согласно существующим прогнозам потребление газа на мировых рынках будет увеличиваться.
- Энергетической стратегией России до 2030 года предусмотрено, что к 2020 году в России будет добываться 803-837 млрд куб. м газа, а к 2030 году — 885-940 млрд куб. м газа.
- Поэтому пропускную способность ЕСГ необходимо наращивать. Это позволит удовлетворить платежеспособный спрос российских потребителей и выполнить международные обязательства России по поставкам природного газа.

Трубопроводный транспорт газа

- **Основной особенностью** ЕСГ России является совокупность рассредоточенных на большом расстоянии, но связанных технологически, объектов добычи газа, его транспортировки, переработки, распределения и резервирования:
 - газовые промыслы,
 - магистральные газопроводы,
 - газораспределительные станции,
 - газораспределительные сети,
 - станции подземного хранения
 - средства управления этими объектами.
- **ЕСГ** отличается физическими характеристиками процесса транспорта и распределения газа от других аналогичных систем, прежде всего, это касается возможностей маневрирования потоками газа и отборами его из месторождений для покрытия суммарных суточных и недельных потребностей.

Трубопроводный транспорт газа

- Объединение локальных энергетических сетей в единую систему позволяет успешно решать тактические задачи практически мгновенной переброски потоков энергии из одного района страны в другой (благодаря чему возможен, так называемый, “системный эффект”, определяемый снижением необходимых резервных мощностей в энергосистемах), то в единой системе газоснабжения системный эффект выражается значительно слабее. **Это связано со скоростью движения газа, которая не превышает 40 км/час.**
- **Контроль** же за системой газоснабжения по схеме “промысел – газопровод – потребитель” **дает возможность** решать стратегические задачи планирования только **там**, где наиболее полно **можно задействовать использование мощностей газопроводов** при изменении районирования добычи и использования природного газа.

Трубопроводный транспорт газа

- Существует тесная экономическая связь всех элементов ЕСГ, **проявляющаяся в процессах планирования, ценообразования и управления.**
- При изменении главных параметров (объемов годового отбора газа из месторождений, мощности межрайонного потока, уровня цен на природный газ для промышленности и населения) или какого-либо другого существенного элемента ЕСГ **должны быть изменены и параметры остальных элементов.**
- Создается положение при котором, какой-либо начальный импульс (изменение потока или отбора газа по элементу ЕСГ) **вызывает цепочку последовательных влияний,** охватывающих в итоге всю ЕСГ.
- Возникновение такой ситуации возможно как при выходе на газовый рынок независимых поставщиков, так и в случае, если не будет устанавливаться **оптимальная цена на поставляемый газ между промышленностью и населением.**

Трубопроводный транспорт газа

- Технологически ЕСГ делится на две подсистемы, жестко связанные между собой:
 - ❖ межрайонные транспортные подсистемы, по которым газ передается из основных газодобывающих районов к районам потребления;
 - ❖ региональные (локальные) подсистемы (РГС), обеспечивающие поставку газа потребителям.
- Для обеспечения надежного и стабильного снабжения потребителей природным газом **требуется жесткий технологический, финансовый и юридический контроль** за межрайонными и региональными подсистемами.

Трубопроводный транспорт газа

- В современных условиях добавились **новые задачи, вызванные проблемами:**
 1. Несбалансированность механизма ценообразования на природный газ, который не отвечает интересам “Газпрома” и потребителей газа.
 2. Сезонность получения доходов от продажи газа и постоянный рост затрат на обслуживание газотранспортной системы.

Классификация магистральных газопроводов

- **Магистральным газопроводом** называется трубопровод, предназначенный для транспорта газа из района добычи или производства в район его потребления, или трубопровод, соединяющий отдельные газовые месторождения.
- **Ответвлением от магистрального газопровода** называется трубопровод, присоединенный непосредственно к магистральному газопроводу и предназначенный для отвода части транспортируемого газа к отдельным населенным пунктам и промышленным предприятиям.

Классификация магистральных газопроводов

- В соответствии со СНиП 2.05.06-85* в зависимости от рабочего давления в трубопроводе магистральные газопроводы подразделяются на два класса:
 - **класс I** – рабочее давление от 2,5 до 10 МПа включительно;
 - **класс II** – рабочее давление от 1,2 до 2,5 МПа включительно.
- **Газопроводы**, эксплуатируемые при давлениях ниже 1,2 МПа, не относятся к магистральным. Это внутрипромысловые, внутризаводские, подводящие газопроводы, газовые сети в городах и населенных пунктах и другие трубопроводы.

Классификация магистральных газопроводов

- По характеру линейной части различают газопроводы:
 - ✓ - магистральные, которые могут быть **однониточными простыми** (с одинаковым диаметром от головных сооружений до конечной газораспределительной станции) и **телескопическими** (с различным диаметром труб по трассе), а также **многониточными**, когда параллельно основной нитке проложены вторая, третья и последующие нитки;
 - ✓ - **кольцевые**, сооружаемые вокруг крупных городов для увеличения надежности снабжения газом и равномерной подачи газа, а также для объединения магистральных газопроводов в Единую газотранспортную систему страны.

Классификация магистральных газопроводов

- Магистральные газопроводы и их участки подразделяются на категории, требования к которым в зависимости от условий работы, объема неразрушающего контроля сварных соединений и величин испытательного давления.
- На наиболее сложных (болота, водные преграды и т.д.) и ответственных участках трассы категория магистральных газопроводов повышается. Например, для участков подключения компрессорных станций, узлов пуска и приема очистных устройств, переходов через водные преграды шириной по зеркалу воды в межень 25 м и более СНиП устанавливает категорию I.
- К категории В относятся газопроводы, сооружаемые внутри зданий и на территориях компрессорных станций и газораспределительных станций. При проектировании допускается категорию отдельных участков газопроводов повышать на одну категорию, против установленной СНиП, при соответствующем обосновании.

Категории магистральных трубопроводов и их участков

Категория трубопровода и его участка	Коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность	Количество монтажных сварных соединений, подлежащих контролю физическими методами, % общего количества	Величина давления при испытании и продолжительность испытания трубопровода
В	0,60	Принимается	по СНиП III-42-80*
I	0,75	Принимается	по СНиП III-42-80*
II	0,75	Принимается	по СНиП III-42-80*
III	0,9	Принимается	по СНиП III-42-80*
IV	0,9	Принимается	по СНиП III-42-80*

Свойства газов, влияющие на технологию их транспорта

- **Плотность газов зависит от давления и температуры.** Так как при движении по газопроводу давление уменьшается, то плотность газа снижается и скорость его движения возрастает.
- **Вязкость газов изменяется прямо пропорционально изменению температуры,** т.е. при увеличении температуры она также возрастает, и наоборот. Охлаждая газы после компримирования, добиваются уменьшения потерь давления на преодоление сил трения в газопроводах.
- **Сжимаемость** – это свойство газов уменьшать свой объем при увеличении давления.
- Если газ содержит пары воды, то при определенных сочетаниях давления и температуры он образует гидраты – белую кристаллическую массу, похожую на лед или снег. Чтобы избежать этого, **газ до закачки в газопровод подвергают осушке.**

Подготовка газа к дальнему транспорту по газопроводу

- **Подготовка газа к дальнему транспорту** – обработка добываемого природного газа с целью удаления компонентов, затрудняющих транспортировку его по газопроводу.
- **Наличие в газе воды, жидких углеводородов, агрессивных и механических примесей:**
 - снижает пропускную способность газопроводов,
 - повышает расход ингибиторов,
 - усиливает коррозию оборудования,
 - приводит к необходимости увеличения мощности газокompрессорных станций,
 - снижает надёжность работы технологических систем,
 - увеличивает вероятность аварийных ситуаций на газокompрессорных станциях и линейной части газопроводов.

Подготовка газа к дальнейшему транспорту по газопроводу

- Подготовка газа к дальнейшему транспорту проводится **на установках комплексной подготовки газа (УКПГ)**, предназначенных для осушки природного газа газовых, газонефтяных и газоконденсатных месторождений от воды, отделения механических примесей, жидких углеводородов и очистки от сернистых соединений.
- **Выбор промышленного оборудования для УКПГ** зависит от состава газа, содержания влаги и механических примесей, термодинамических параметров месторождения (температуры, давления), направления дальнейшего использования газа и климатических условий районов добычи и транспортировки.

Подготовка газа к дальнейшему транспорту по газопроводу

- С учётом перечисленных факторов в состав УКПГ могут входить:
 - **установки низкотемпературной сепарации (для конденсации тяжелых углеводородов),**
 - **абсорбционные или адсорбционные установки (для очистки от H_2S и CO_2).** В качестве сорбентов используют активированный уголь и окись железа («сухой способ») или амины – этаноламин, диэтанолламин и др. («мокрый способ»),
 - **установки сушки газа** (жидкие сорбенты – этиленгликоль и триэтиленгликоль)

Качество подготовки газа к дальнейшему транспорту определяется техническими условиями или отраслевым стандартом, где фиксируются:

- ✓ точки росы по воде и углеводородам для разных климатических зон и времён года,
- ✓ содержание механических примесей,
- ✓ содержание H_2S и общей S.

Пропускная способность газопровода

$$Q = 3 * \sqrt{\frac{P_{нач}^2 - P_{кон}^2}{L}} * d^{2,6}$$

$P_{нач}$, $P_{кон}$ - давление в начале и в конце газопровода, атм

L – длина газопровода, км

d – внутренний диаметр, м

$d = D - 2\delta$

Пример

$P_{нач} = 75$ атм; $P_{кон} = 55$ атм; $L = 120$ км; $d = 1,22 - 2 * 0,012 = 1,196$ м

$Q = 22,24$ млрд.м³ / год

Компрессорные станции магистральных газопроводов

- **Компрессорные станции (КС)** необходимы для создания движущего напора, обеспечивающего поступательное движение газового потока вдоль газопровода на всем его протяжении.
- Именно на КС происходит **основная затрата энергии** на перекачку газа.
- На каждой КС имеется несколько цехов, в каждом из которых – **несколько газоперекачивающих агрегатов (ГПА)**.
- При входе в цех поток газа распределяется по параллельно соединенным ГПА, а после сжатия (компримирования) опять сливается в единый поток, направляемый в газопровод.

Газораспределительные станции

- Терминалами (конечными пунктами) магистральных газопроводов являются либо **газораспределительные станции (ГРС)**, либо **подземные хранилища газа (ПХГ)**.
- **ГРС** сооружают в конце каждого МГП или отвода от него.
- В настоящее время широкое применение нашли **автоматические газораспределительные станции (АГРС)** в комплектно-блочном исполнении.
- **Технологические схемы ГРС** состоят из следующих узлов:
 - Переключения,
 - Очистки газа,
 - Редуцирования,
 - Осушки газа,
 - Одоризации газа,
 - Регулирования и учета газа, отпускаемого потребителям.

Подземные хранилища газа

- **Подземные хранилища газа (ПХГ)** предназначены для длительного или краткосрочного хранения газа, подводимого к ним по магистральным газопроводам.
- **ПХГ** обеспечивают надежность потребления газа в случае аварийных ситуаций, а также **необходимы для долгосрочных (резервных) запасов газа.**
- **ПХГ**, как правило, сооружаются вблизи трассы магистрального газопровода и потребляющих центров.

Подземные хранилища газа

- **Существует потребность в хранилищах для природного газа, которые:**
- обладали бы значительной вместимостью;
- были бы относительно дешевы и безопасны для окружающей среды при достаточно высоком давлении газа.
- В природе существуют естественные образования, которые отвечают этим требованиям – большой вместимости, допустимости высоких давлений и достаточной степени безопасности. **Речь идет о пластах**, находящихся глубоко под землей, сложенных из пористых пород, ограниченных сверху и снизу непроницаемыми крышками – **кровлей и подошвой**, образуемыми глинистыми или хорошо сцементированными прослойками.
- Во многих случаях поровое пространство пластов заполнено водой, но **воду можно оттеснить закачиваемым газом** на периферию водонапорной системы и освободить место для хранения газа.

Подземные хранилища газа

- Эксплуатация подземных хранилищ газа **носит циклический характер**:
 - **летом**, когда спрос на газ снижается, его излишки из газопроводов закачивают под землю в пласты, создавая в них хранилище газа;
 - **зимой**, когда спрос возрастает с приходом холодов, газ из хранилищ частично извлекают и отправляют в газовую сеть или в газопроводы.
- Между стадиями закачки и отбора газа существуют **краткосрочные интервалы простоя**.

Типы подземных хранилищ газа

- ❖ Хранилища, создаваемые в **истощенных газовых и нефтяных пластах**;
- ❖ Хранилища **в водоносных пластах**, пластах первоначально заполненных водой;
- ❖ Хранилища **в соляных кавернах естественного происхождения**;
- ❖ Хранилища **в подземных емкостях, создаваемых искусственно выщелачиванием соли.**

ПХГ находятся на **глубине 500 – 1000 м** и **выдерживают давление до 70-120 атм.**

Подземные хранилища газа

- Газ, находящийся в газовой полости хранилища, условно подразделяют на две части:
 - активный газ,
 - буферный газ.
- **Активным газом** является та часть, газа, которую извлекают из ПХГ (в сезон повышенного спроса), а затем периодически восполняют извлеченное путем закачки такого же количества в хранилище (в сезоны снижения спроса). Он является товарной частью хранимого газа в ПХГ, так как участвует в циклическом процессе обеспечения поставок газа потребителям.
- **Буферным газом** называют ту часть газа, которая постоянно находится в ПХГ. Она обеспечивает в ПХГ давление, достаточное для своевременной подачи активного газа во время его отбора.

Подземные хранилища газа

- **Отношение объемов активного и буферного газов в ПХГ, создаваемых в водоносных пластах может быть различным:**
- **Увеличение доли буферного газа улучшает эксплуатационные свойства ПХГ, однако делает подземное хранение газа более дорогим;**
- **ПХГ считают «хорошим», если это соотношение составляет примерно 1:1.**

Подземные хранилища газа

- **Подземное хранение неизбежно связано с потерями газа**, которые обусловлены:
 - ✓ уходом газа за пределы купольного поднятия и через геологические окна в кровле пласта, за колонными перетоками;
 - ✓ растворением части газа, находящегося под давлением, в пластовой воде.
- **При правильной эксплуатации ПХГ, при тщательно организованном мониторинге параметров его работы, эти потери относительно невелики.**
- **Поэтому подземное хранение оправдано, как с технологической, так и экономической точек зрения.**