


УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ
**Модуль «Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений»**

Учебный элемент

«Методы интенсификации добычи ОПЗ»



Производительность скважин зависит от проницаемости пород продуктивного пласта.

Естественная проницаемость пород под влиянием тех или иных причин ухудшается с течением времени.

Факторы, снижающие гидравлическую проводимость приствольной зоны пласта можно отнести к трем группы: гидромеханические, термохимические и биологические.

Гидромеханические факторы основаны на загрязнении фильтрующей поверхности механическими примесями и углеводородными соединениями.

К термохимическим факторам относится загрязнение нерастворимыми осадками, набухание глин.

К биологическим факторам относят загрязнение коллектора продуктами жизнедеятельности микроорганизмов и бактерий.

Проницаемость пород призабойной зоны восстанавливают путем удаления смол и грязи, осевших на стенках поровых каналов, искусственным увеличением числа и размеров дренажных каналов.

Методы увеличения проницаемости пород призабойной зоны можно условно разделить на *химические*, *механические*, *тепловые* и *физические*.

Химические методы дают хорошие результаты в карбонатных породах.

Карбонатные породы – горные породы, состоящие из карбонатов кальция, магния, железа. Карбонаты – соли угольной кислоты H_2CO_3 .

Механические методы применяют в пластах, сложенных плотными породами, с целью создания новых и расширения существующих трещин в пристволевой зоне продуктивного пласта.

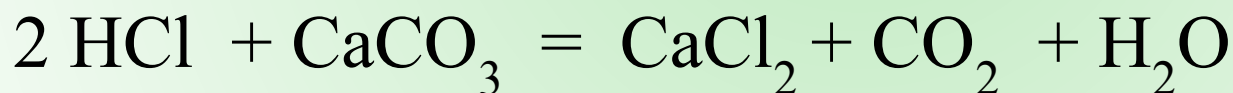
Тепловое воздействие используют для удаления со стенок поровых каналов парафина и смол, а также для интенсификации химических методов обработки.

Физические методы предназначены для удаления из призабойной зоны остаточной воды и твердых мелкодисперсных частиц.

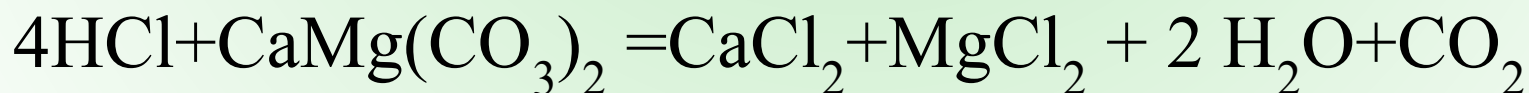
Совершенствуются новые методы воздействия – волновые, вибрационные, гидроимпульсные, акустические.

К *химическим методам* относят кислотные обработки, основанные на способности кислот растворять некоторые виды горных пород. Для обработки карбонатных коллекторов используют растворы соляной кислоты (HCl), а песчаных и песчано-глинистых – смесь плавиковой кислоты (HF) и соляной, которую называют грязевой или глинокислотой.

При воздействии на известняк :



При воздействии на доломит



Типичный кислотный раствор состоит из активной части, растворителя, ингибитора коррозии, стабилизатора и интенсификатора.

Технология кислотных обработок заключается в доставке расчетного объема рабочего раствора в заданный интервал и оставляют в скважине на реагирование или задавливают в пласт. Доставляют раствор в интервал обработки по технологической колонне, по межтрубному пространству, канатными методами.

Различают кислотные обработки в виде установки ванн, обработки под давлением, пенокислотные, направленные, циклические и пр.

Кислотные ванны - для очистки забоя и стенок скважины от цементной и глинистой корки, продуктов коррозии, кальциевых отложений.

Обычные (простые) кислотные обработки выполняются с продавливанием рабочего раствора в пласт и в нефтяной практике наиболее распространены. (рис 16.1).

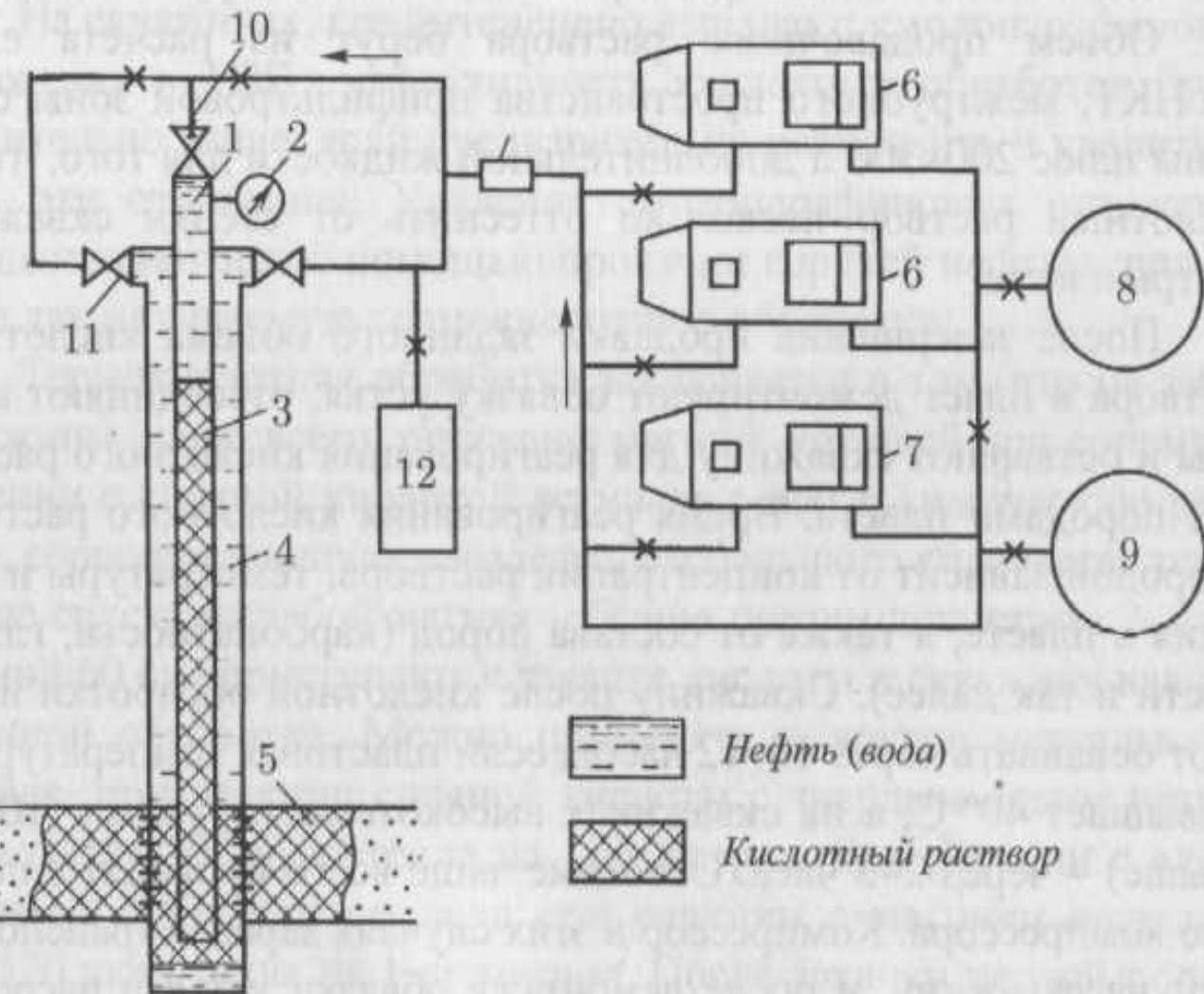


Схема кислотной обработки

1-устьевая арматура, 2-манометр, 3-технологическая колонна (канал транспортирования раствора), 4-межтрубное пространство, 5-объект обработки, 6- насосы для нагнетания кислотного раствора,

7-насос для промывки и нагнетания жидкости продавливания, 8-емкость с рабочим раствором, 9-емкость с жидкостью продавливания, 10-входная устьевая задвижка, 11-задвижка устьевая межтрубного пространства выходная.

Кислотные обработки под давлением применяют с целью продавливания кислоты в малопроницаемые интервалы продуктивного пласта. В этой технологии рекомендуется устанавливать пакер для предохранения эксплуатационной колонны от воздействия повышенного давления нагнетания (15-30 МПа). Для ввода раствора глубоко в пласт с целью вовлечения в работу бездействующие зоны пласта применяют различные замедлители реакции кислоты с породами, регулируют режимы нагнетания (скорость, температуру, давление) используют полимерно-кислотные системы (ПКС), пены и специальные технологии.

Ступенчатая (поинтервальная) — последовательная обработка пласта по толщине.

Серийная — пласт обрабатывают несколько раз с интервалами в 5-6 суток.

Кислотоструйные обработки заключаются в нагнетании раствора через гидромониторные насадки (сопла).

Комбинированная обработка в динамическом режиме основана на циклическом многократном создании давления, превышающем пластовое.

В породах с низкой проницаемостью и высоким давлением эффективна *обработка газированной кислотой*.

Используются комбинации кислотных обработок с гидравлическими ударами, вибрацией и пр.

В скважинах с отложениями АСПО производят термохимическую и термокислотную обработку.

Термохимическая обработка заключается в проталкивании в пласт горячей соляной кислоты, нагретой вследствие реакции с определенными химическими реагентами. Обычно используют прутковый магний, загруженный в специальный наконечник.

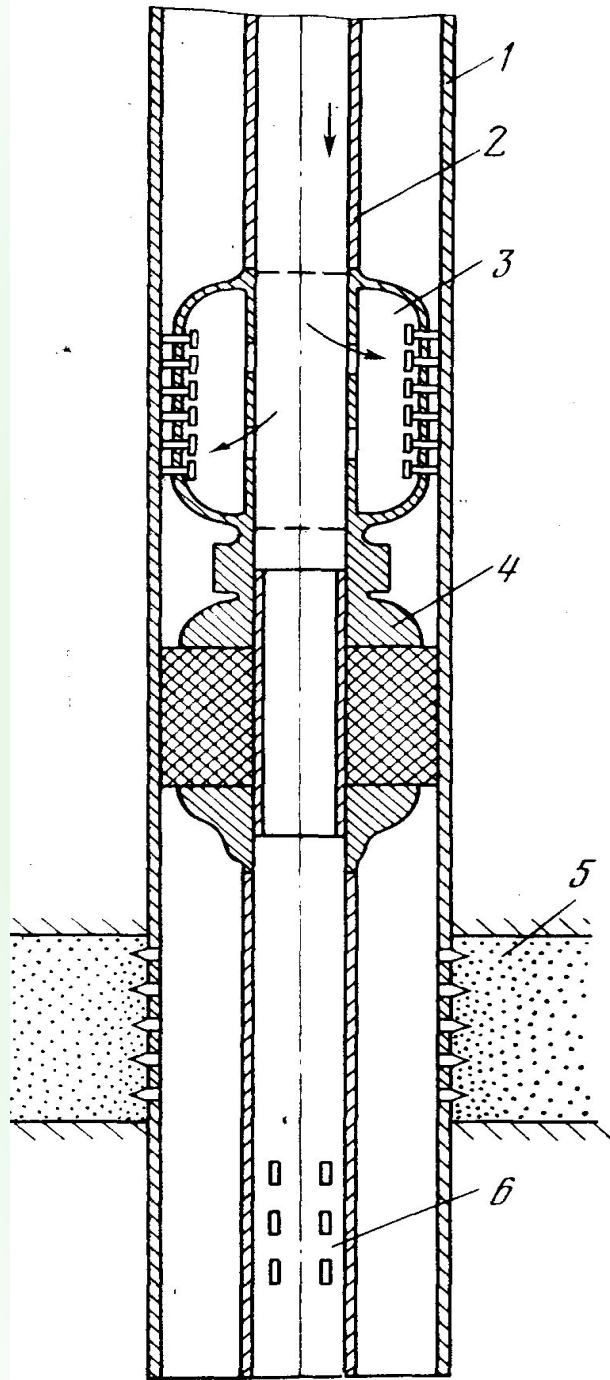
Термокислотная обработка — процесс комбинированный — в первой фазе термохимическая, во второй фазе без перерыва производится обычная кислотная обработка.

Грязевую кислоту применяют после предварительной обработки соляной кислотой. С целью снижения проникновения кислотных растворов в высокопроницаемые интервалы пласта перед кислотным раствором закачивают порцию раствора повышенной вязкости.

Обработку реагентами применяют в скважинах, в которых в процессе эксплуатации ухудшилась проницаемость приствольной зоны в результате попадания в нее посторонней воды, твердых частиц из глубины пласта, жидкостей и их фильтратов во время ремонтных работ. В качестве рабочих агентов применяют водные или углеводородные растворы ПАВ различной концентрации.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) - процесс образования в пласте новых или расширения естественных трещин вследствие нагнетания в скважину рабочего агента под высоким давлением, превышающем местное горное давление и прочностные свойства горных пород. Величина давления должна превышать гидростатическое давление в полтора-два раза. Сохранение образовавшихся трещин в открытом состоянии обеспечивается заполнением их кварцевым песком.

Иногда перед ГРП целесообразно проводить соляно - кислотную обработку или дополнительную перфорацию. В скважину спускают технологическую колонну. Башмак колонны устанавливают в зону фильтра, являющуюся объектом разрыва. Над объектом разрыва устанавливается пакер. От смещения под действием давления разрыва, пакер удерживает гидравлический якорь (рис. 16.2).



Расположение пакера и якоря в скважине:

- 1 – обсадная колонна;
- 2 – НКТ;
- 3 – гидравлический якорь;
- 4 – пакер;
- 5 – продуктивный пласт;
- 6 – хвостовик

Операция ГРП состоит из следующих этапов: нагнетание последовательно в пласт жидкости для образования трещин; жидкости насыщенной песком; жидкости для продавливания песка в трещины (рис.16.3). В большинстве случаев на всех этапах используется жидкость с одинаковыми свойствами, ее называют *жидкостью разрыва*.

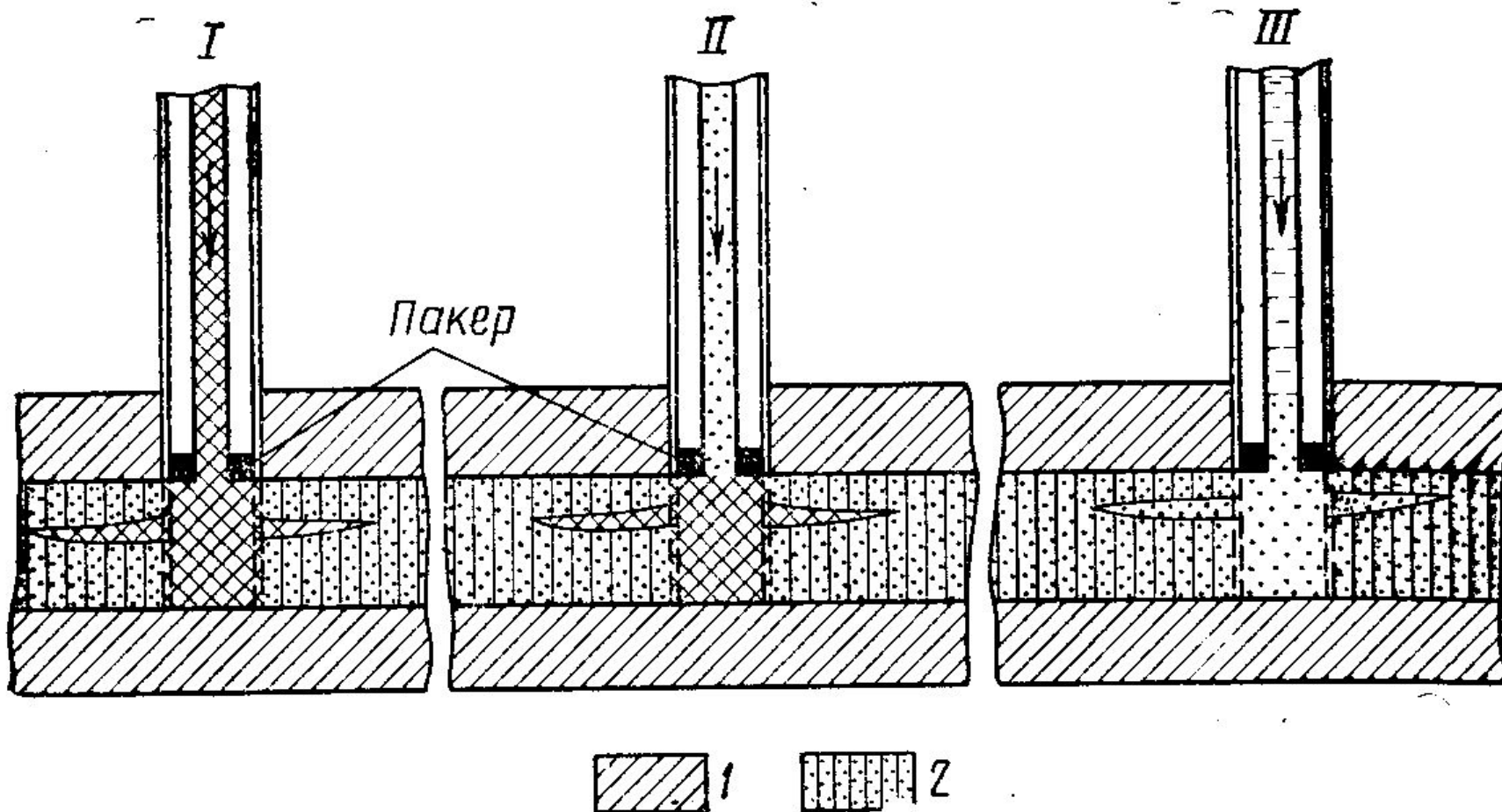


Схема гидравлического разрыва пласта

I – нагнетание жидкости для разрыва; II – нагнетание жидкости с песком; III – нагнетание жидкости продавливания.

1 – глины; 2 – нефтяной пласт

Для заполнения трещин кварцевый песок должен быть с размером зерен от 0,5 до 1,4 мм. Концентрация песка в жидкости колеблется от 100 до 600 кг на 1 м³ жидкости. Вместо песка в качестве наполнителя используют также стеклянные шарики, шарики из прочных полимеров, проппанат.

В пластах с высокой проницаемостью главный фактор увеличения дебита скважин – ширина трещин, а с низкой проницаемостью их длина.

Объем жидкости разрыва рекомендуется брать для твердых пород 4-6 м³ на 1 метр высоты пласта, для рыхлых пород 10-20.

Образование новых трещин характеризуется резким снижением давления на устье скважины (рис.16.4).

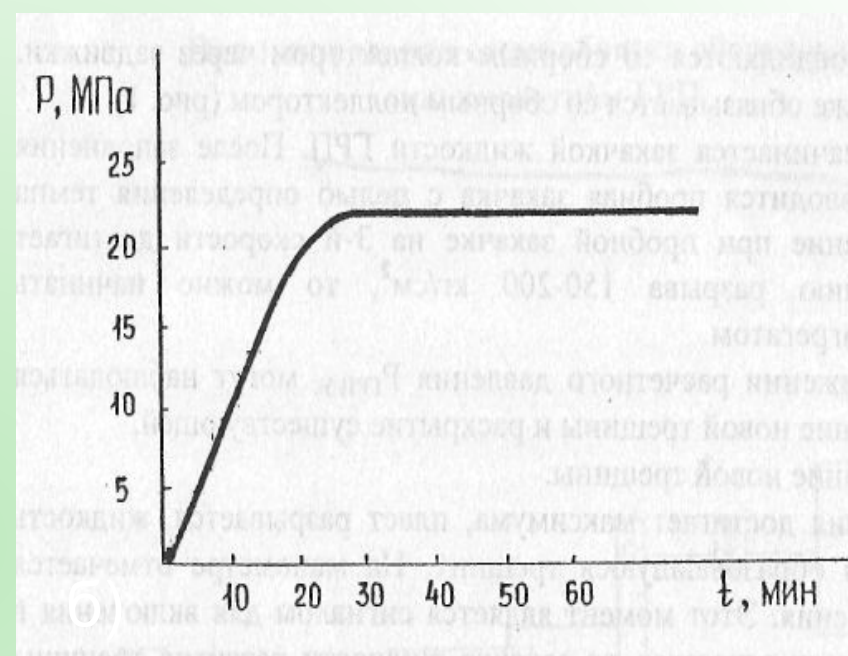
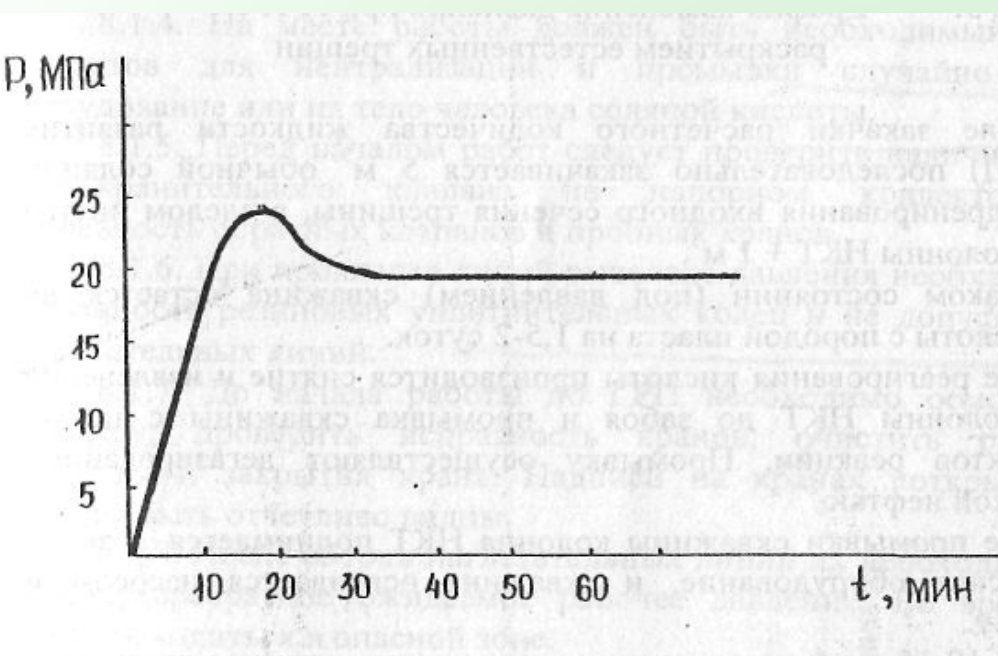


Рис. 16.4. График изменения давления при ГРП
а) с образованием искусственных трещин,
б) с раскрытием естественных трещин.

Различают технологии гидравлических разрывов пласта обычных (ГРП), глубоко проникающих (ГГРП), мощных и массивных (МГРП).

ГРП выполняют по трем технологическим схемам:

- однократный, когда воздействию жидкости разрыва подвержен весь эксплуатируемый пласт,
- многократный, когда воздействию подвергаются последовательно два и более интервалов,
- направленный (поинтервальный), когда разрыву преднамеренно подвергается один определенный интервал, предварительно ослабленный перфорацией.

В карбонатных коллекторах применяют *кислотный гидравлический разрыв пласта*, предусматривающий использование рабочего раствора на основе соляной кислоты.

Обработка удаленных зон представляет определенные трудности из-за невозможности доставки соляной кислоты в глубину пласта.

Технология предусматривает использование двух составов рабочего раствора: жидкость разрыва и жидкость развития трещин.

После операции кислотного гидравлического разрыва закрепление трещин не предусмотрено.

Гидропескоструйная перфорация (ГПП) -

метод основан на использовании энергии и абразивного свойства струи жидкости с песком, истекающей с большой скоростью из насадок перфоратора и направленной на стенку скважины. Струя жидкости с песком образует прорезь в обсадной колонне, в цементном камне и породе пласта. Жидкость с песком направляется к насадкам перфоратора по колонне труб с помощью того же наземного оборудования, что и для гидравлического разрыва пласта.

Для интенсификации притока нефтяных, газовых и нагнетательных скважин эффективны *импульсно-ударные* и *импульсно-волновые технологии*.

Один из вариантов импульсно-ударного воздействия – *разрыв пласта давлением пороховых газов*, образующихся при сгорании заряда в специальном аппарате. Аппарат спускается на бронированном каротажном кабеле.

Если приствольная зона засорена АСПО, перспективны технологии, использующие энергию твердотопливных элементов (ТЭ), осуществляющих термогазохимическое воздействие (ТГХВ) на продуктивные пласты.

Виброобработка – процесс воздействия на приствольную зону скважины с помощью забойных вибраторов, формирующих волновые возмущения среды в виде резких колебаний давления различной частоты и амплитуды.

Вибратор – гидравлический механизм золотникового типа, спускаемый на колонне труб и размещенный в интервале обработки. Нагнетаемая по колонне труб рабочая жидкость, проходя через вибратор, генерирует серию гидравлических ударов. Сила гидравлических ударов зависит от расхода рабочей жидкости и времени перекрытия потока.

Торпедирование – производство взрыва в скважине. При взрыве торпеды образуется каверна, в результате чего увеличивается сечение ствола скважины и образуется сеть трещин.

Тепловые методы воздействия на приствольную зону пласта применяют в скважинах, в нефти которых содержится парафин или смола. Используют несколько способов теплового воздействия на нефтяной пласт у забоя скважины: *горячими жидкостями, паром, нагревом электроприборами.*

Для прогрева жидкостями в скважину нагнетают нефть, конденсат, керосин, дизельное топливо, воду, воду с добавками ПАВ в объеме 15 – 30 м³. нагретую до температуры 90 – 95 0С. Применяют два варианта воздействия: промывка горячей жидкостью и продавливание жидкости в пласт. Паротепловая обработка предусматривает нагнетание в скважину через технологическую колонну перегретого водяного пара в течение определенного времени. Устье скважины на 2 – 5 суток закрывают для передачи тепла в глубь пласта.

Электротепловая обработка зоны пласта, примыкающей к стволу скважины, осуществляется глубинными электрическими нагревателями (рис.16.5) периодически или непрерывно.

Для периодической обработки из скважины извлекают скважинное оборудование. Спускают нагреватель в скважину на кабеле-канате. Нагрев обычно длится в течение 3 – 7 суток.

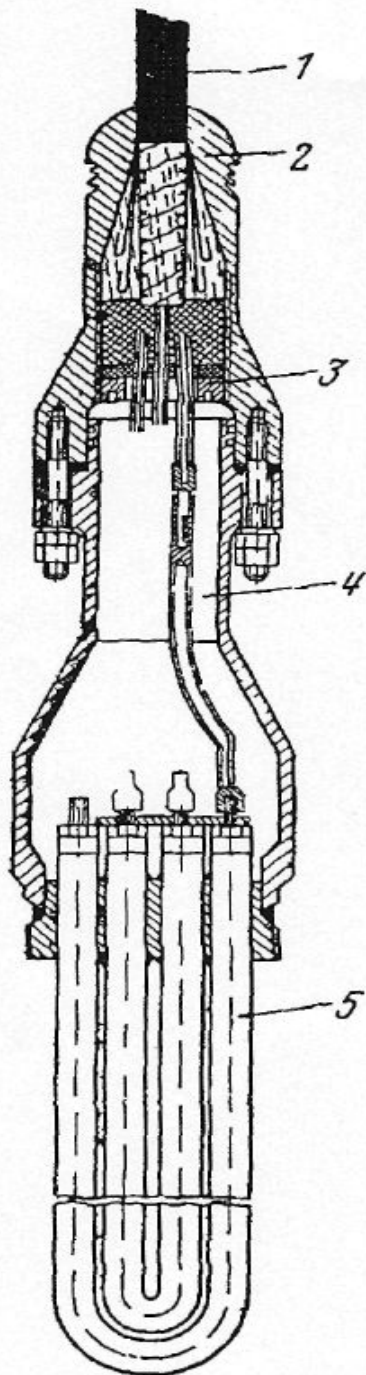


Рис. 16.5.
Электронагреватель.
1- кабель,
2 – головка,
3 – гидрофланец,
4 – клемная полость,
5 – нагревательные
элементы

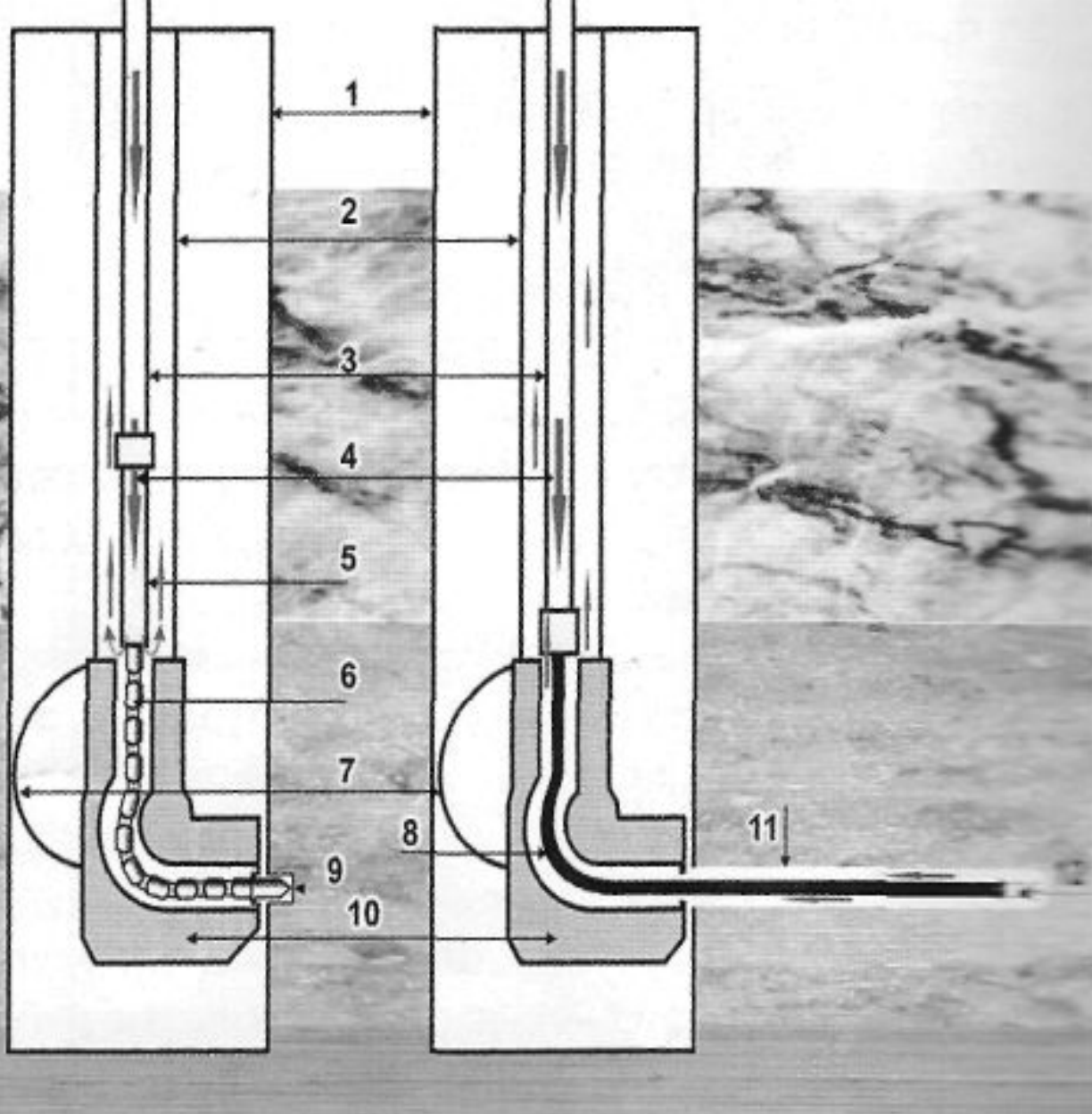
Для непрерывного прогрева забоя используют стационарные нагреватели, установленные стационарно в лифтовую колонну и расположенные ниже глубинного насоса. Электроэнергия к нагревателю подается по электрическому кабелю, спускаемому вместе с колонной НКТ и прикрепленному к ней снаружи.

Технические устройства для создания депрессии обеспечивают наличие в составе технологической колонны устройства, содержащего камеру, в которой давление значительно ниже давления в скважине, создаваемого гидростатическим столбом жидкости.

Депрессионным устройством является комплект испытателя пластов, который используют также для очистки порового пространства коллектора.

Радиальное вскрытие - один из видов воздействия на продуктивный пласт в призабойной зоне скважины с целью интенсификации добычи нефти.

Принцип технологии основан на гидроэрозионном разрушении твердых пород.



1-эксплуатационная колонна,
2 – технологическая колонна, 3 – гибкая труба (ГТ),
4 – промывочная жидкость, 5 – забойный двигатель,
6 – гибкий вал,
7 – прижимная пружина, 8 – шланг высокого давления,
9 – сверло,
10 – отклоняющий башмак,
11 – радиальный ствол, 12 – гидромониторная насадка.

Рис.16.6. Схема радиального вскрытия пласта.

Дебит пробуренного фонда можно увеличить бурением дополнительных боковых наклонных и горизонтальных стволов в малопродуктивных и бездействующих эксплуатационных скважинах.

Для повышения газоотдачи применяют кислотные обработки, гидравлический разрыв пласта, торпедирование, а также отбор газа из скважин под вакуумом.

Подготовка скважины к воздействию на продуктивные пласты и реализация технологий всех методов воздействия обеспечивается операциями подземного ремонта.

Все работы, связанные с выполнением операций по воздействию на скважинное оборудование, скважину как техническое сооружение и на пласты к ней прилегающие, называют подземным ремонтом скважин.

Подземный ремонт является одним из производственных процессов разработки месторождений и в зависимости от цели, сложности и трудоемкости различают ремонт скважин текущий, капитальный и операции по повышению нефтеотдачи пластов.

Текущий ремонт (ТРС) - комплекс работ по исправлению или изменению режима работы внутрискважинного и устьевого оборудования, поддержанию скважины в работоспособном состоянии.

Капитальный ремонт (КРС) – комплекс работ по восстановлению работоспособного состояния скважин, воздействию на продуктивные пласты, а также выполнение сложных работ, которые не могут быть выполнены посредством текущего ремонта.

Операции по *повышению нефтеотдачи пластов (ПНП)* – реализация технологий МУН (методы увеличения нефтеотдачи).

Для проведения текущих и капитальных ремонтов эксплуатацию скважины прекращают. Скважину считают подготовленной к ремонту, если созданы условия для проведения в ней всех необходимых операций при соблюдении охраны труда, исключения загрязнения окружающей среды и потерь продукции. Такие условия создаются прекращением притока пластовых флюидов к забою скважины, что достигается технологиями глушения или техническими средствами.

Глушение скважины, заключающееся в замене скважинной жидкости на жидкость глушения, плотность которой обеспечивает создание необходимого противодавления на эксплуатируемый объект. Основные технические средства – отсекающие устройства (клапаны).

В подземном ремонте большое число однотипных операций в скважинах разных конструкций на различных глубинах и для их выполнения используются машины, агрегаты и инструменты одинакового назначения, имеющие специфическую конструкцию, но с различными техническими параметрами.

Большинство технологий ремонта осуществляется с применением спускоподъемных операций. Их выполняют комплексом грузоподъемного оборудования, включающего вышку (мачту) с оснасткой, инструмент и средства механизации для захвата, поддержания труб

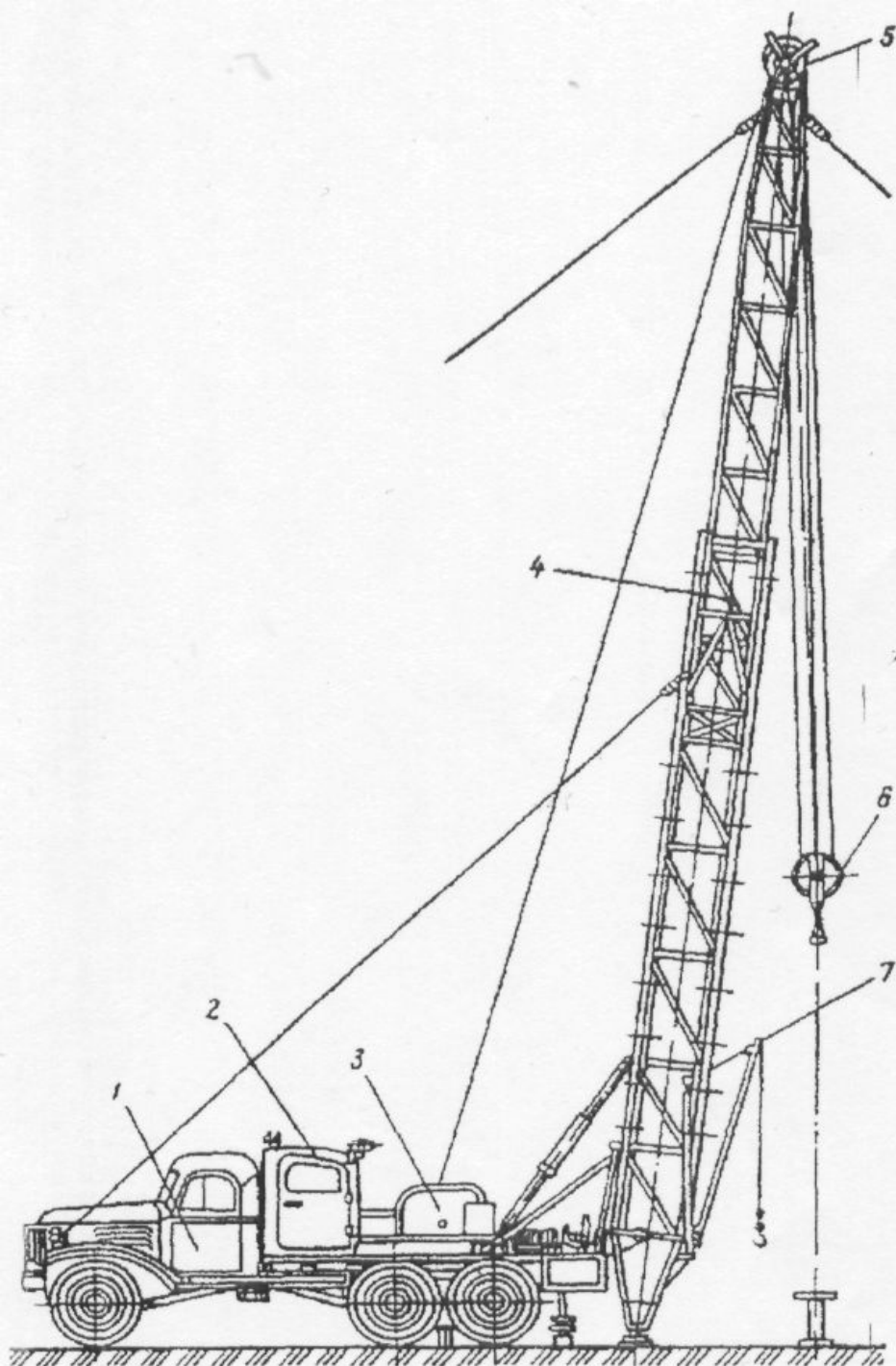


Рис.16.7. Самоходная подъемная установка.

- 1 – автомобиль;
- 2 – кабина машиниста;
- 3 – лебедка;
- 4 – телескопическая вышка;
- 5 – кронлок;
- 6 – блок талевый;
- 7 – вспомогательное подъемное устройство

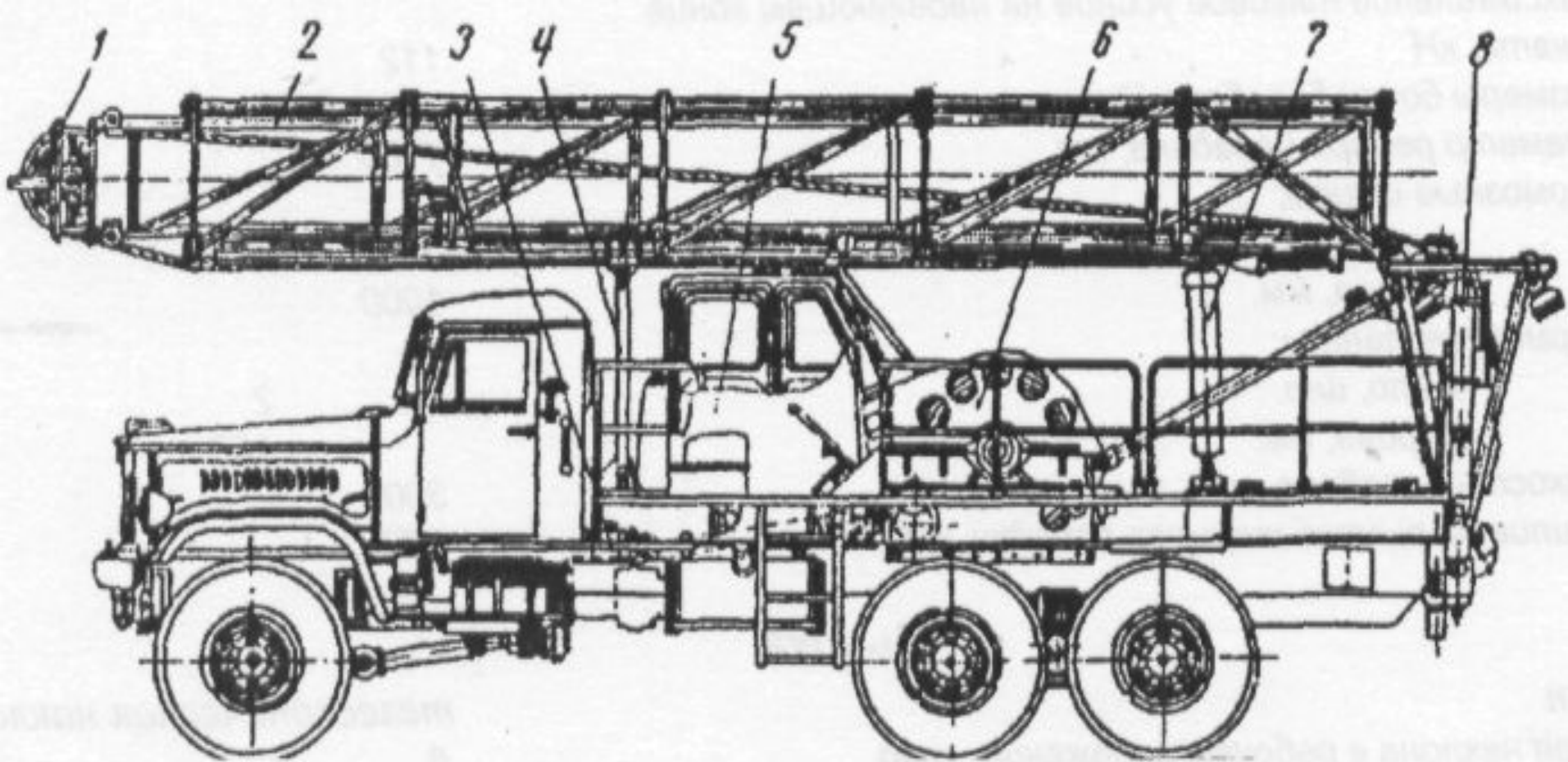


Рис.16.8. Подъемная установка АЗИНмаш-37А:

1 – талевая система; 2 – вышка; 3 – силовая передача;
4 – передняя опора; 5 – кабина оператора; 6 – лебедка;
7 – гидроцилиндр подъема вышки; 8 – задняя опора

Для технологических операций предназначено специальное наземное (насосные агрегаты, парогенераторные установки, вспомогательные транспортные и технологические машины) и подземное оборудование (пакеры, якоря, хватные устройства для извлечения труб, канатов, инструменты для очистки забоя и стенок скважины, инструменты для разрушения металла в скважине, создания дополнительных усилий на колонны труб и др.)

После ремонта создают условия для притока жидкости и газа из пласта к забою и эксплуатация скважины возобновляется.

Спускоподъемные операции с трубами занимают много времени и являются работами сложными и трудоемкими.

Повышение эффективности подземного ремонта в направлении развития и совершенствования технологий без использования колонны труб – канатные, колтюбинговые и т.п.

Канатные технологии основаны на использовании каната (кабеля, проволоки, троса) для спуска на забой или в заданный интервал скважины приборов, приспособлений, устройств, контейнеров с соответствующими материалами.

Технологии с использованием гибких труб (колтюбинговые) заключаются в разматывании и наматывании на барабан, размещенный на площадке транспортного средства, непрерывной (сплошной) гибкой колонны.