

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 3 К ПОЛОЖЕНИЮ КОМПАНИИ «ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРНА»**

---

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТБОРА КЕРНА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ  
ПРИ РАБОТЕ С КЕРНОМ НА ПОВЕРХНОСТИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УВЕЛИЧЕНИЕ  
КАЧЕСТВА ОТБИРАЕМОГО КЕРНА**

**№ П1-01.03 Р-0136**

**ВЕРСИЯ 1.00**

**МОСКВА  
2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТБОРА КЕРНА (ТЕХНОЛОГИИ ОТБОРА КЕРНА) .....	3
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ РАБОТЕ С КЕРНОМ НА ПОВЕРХНОСТИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УВЕЛИЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОТБИРАЕМОГО КЕРНА .....	17

# 1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТБОРА КЕРНА (ТЕХНОЛОГИИ ОТБОРА КЕРНА)

Для отбора керна в процессе строительства скважин используются керноотборные инструменты, состоящие из КОС в сочетании с бурильными головками различного типа: режущего действия с вооружением в виде запрессованных износостойких резцов круглого или прямоугольного сечения, шарошечные и алмазные.

Правильно подобранный породоразрушающий инструмент (бурильная головка) определяет основные технологические параметры процесса отбора керна и напрямую влияет на качество отбираемого керна (рисунок 1).



Рис. 1 Примеры различных типов бурильных головок

Наиболее массовым и универсальным типом бурильных головок для отбора керна являются бурильные головки с поликристаллическими компактными алмазами (PDC). В модификации «Low Invasion» (Li) обеспечивается минимизация воздействия бурового раствора на отбираемый керн. Указанный эффект достигается оптимальным расположением выходных отверстий для бурового раствора и перераспределением потоков внутри бурильной головки (рисунок 2).



Рис. 2 Бурильная головка PDC изготовленная по технологии «Low Invasion»

Для отрыва и удержания керна ГП разработаны и используются различные типы кернорвателей, которые часто формируются в специальные компоновки объединяющие несколько типов кернорвателей. Плохая работа кернорвателя может привести к потере отобранного керна. Правильность подбора кернорвателя определяется физико-механическими характеристиками разбуриваемых ГП и лежит в зоне ответственности подрядчика по отбору керна, на рисунках 3 и 4 приведены примеры отечественных и зарубежных кернорвателей.

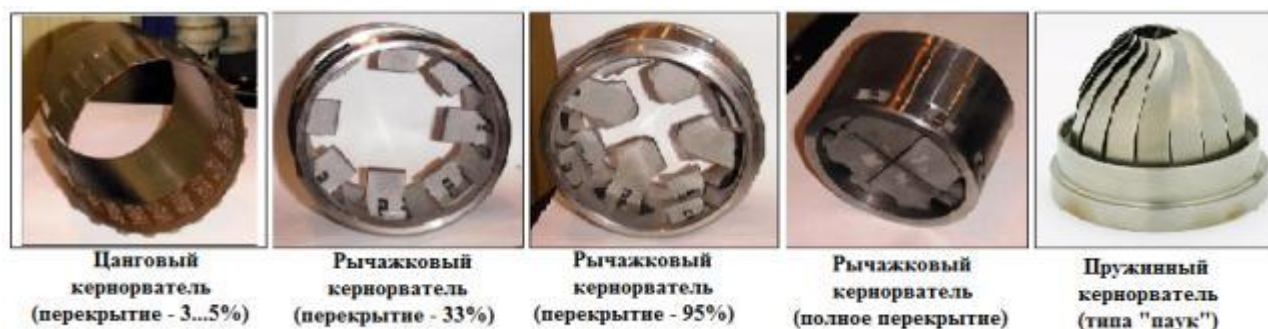


Рис. 3. Варианты конструкций кернорвателей производства РФ

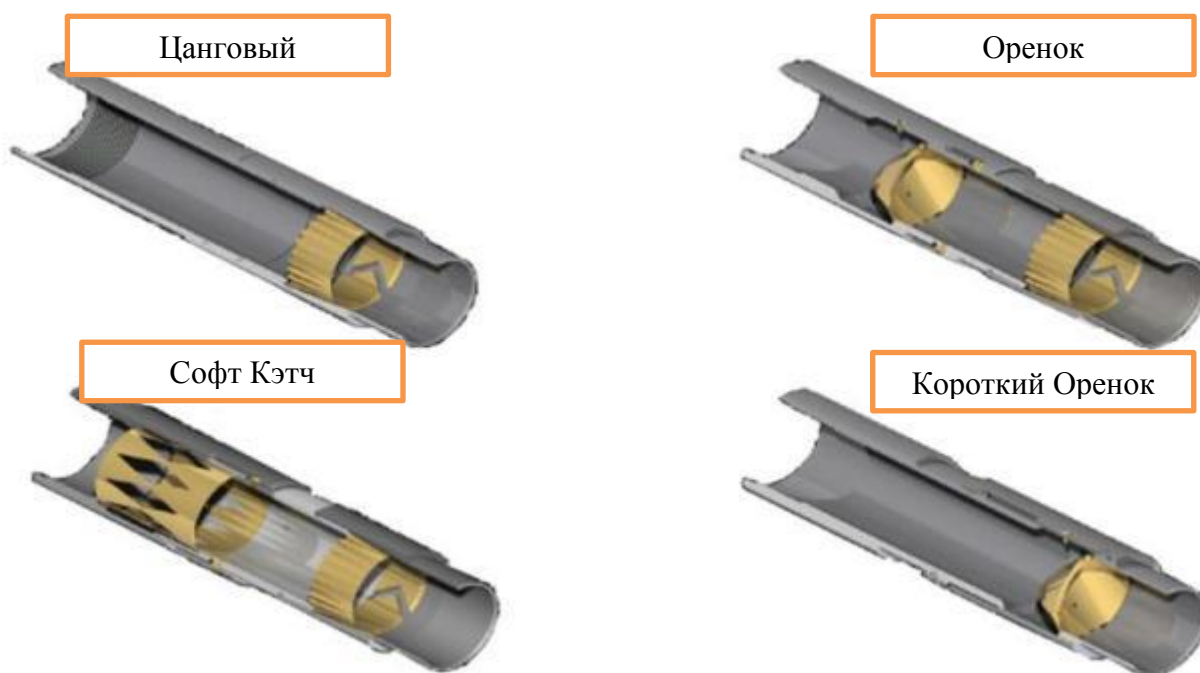


Рис. 4 Кернорватели зарубежного производства

КОС могут оснащаться как одинарной, так и двойной (тройной) керноприемной трубой, со съемным и несъемным керноприемником, одно и многосекционные, с прямой и обратной промывкой и без нее, без вкладыша и с керноприемным вкладышем, стационарным и перемещающимся, со встроенным в керноприемник и отдельным кернозахватным узлом и др.

## 1. Традиционные системы отбора керна

## 1.1 Традиционный КОС с керноприемной трубой многократного использования (обычная технология)

Традиционные КОС используются для отбора керна с внешним диаметром от 44,5-133,4 мм. Керн поступает в стальную керноприемную трубу (грунтоноску) многократного использования. Наиболее массовым типом таких КОС являются отечественные снаряды типа «Недра» КД11М-164/80В в различных модификациях и его аналоги, такие как «Силур» в габаритах 114/52 и 146/80, «Тенгиз» -195/100, «Кембрий» СКУ-172/100 и др. Модификации КОС типа «Недра» проводились для повышения качества отбора керна и снижения рисков возникновения аварий, путем изменения диаметра отбираемого керна, оптимизации конструкции корпуса КОС и др.

Также существуют специальные КОС, с грунтоносками многократного использования, сконструированные для сложных условий строительства скважины (большие углы траектории ствола скважины, большие глубины, температуры, давления, большая проходка за рейс) и они были разработаны для отбора керна из более крепких ГП и для отбора керна большей длины. Силовая резьба позволяет применять больший крутящий момент к долоту и повысить уровень безопасности, связанный со сломом инструмента. Такие инструменты, предназначенные для отбора керна до 133,4 мм в диаметре, особенно привлекательны для использования в ситуациях, когда время бурения является самыми крупными затратами в отборе керна, а конструкция КОС позволяет получать керн хорошего качества. КОС, сконструированные для работы в сложных условиях, применяются наилучшим образом при отборе длинного керна из однородных пластов или при ожидании нагрузки, создаваемой крутящим моментом, выше обычной. Наиболее знаменитыми КОС специального типа являются снаряды «Мантия- 185/60» и МАГ-195/60, которые позволили отбирать керн до глубины 7000 м и 12000 м соответственно (Кольская сверхглубокая скважина СГ-3).

Наибольшая эффективность КОС типа «Недра» проявляется при отборе ГП относящихся к 1-2 категориям буримости. Основными недостатками таких систем является трудность в сохранении укладки керна, низкое качество отбираемого керна (керн раздроблен, излишне сегментирован, подвержен интенсивному воздействию бурового раствора). На настоящий момент применение КОС (типа «Недра») с керноприемными трубами многократного использования для отбора керна **не рекомендуется**.

## 1.2 Традиционный КОС с керноприемной трубой одноразового использования (двухтрубная система отбора)

Применение двухтрубной системы отбора (внешний корпус КОС и «тубус») имеет две основных функции: повысить качество отбора керна путем физической поддержки кернового материала во время обработки и использовать как систему сохранения керна. Тубусы вставляются внутрь традиционного керноприемника и удерживаются посредством блока кернозахвата и силой трения. Стандартные тубусы имеют 9-12 м в длину. В специальных целях, они могут быть короче, но максимальная длина одной секции редко бывает больше 12 м по причине ограничений, связанных с производством и обработкой материала.

КОС с керноприемными трубами одноразового использования рекомендуется применять при отборе керна 1-4 класса буримости, особенно из неконсолидированных или кавернозно-трещиноватых пластов. Важно отметить, что в обычной модификации КОС с керноприемными трубами одноразового применения, как и системы типа «Недра» на всем протяжении отбора керна заполнены буровым раствором.

Традиционные КОС с одnorазовыми керноприемными трубами различаются типами используемой керноприемной трубы:

1. Фиберглассовые (стекловолокно) внутренние трубы используются при температурах до 120 °С (176,6°С специальная высокотемпературная смола) и давлении до 4,4-16,3 МПа, в зависимости от диаметра трубы, обладают низким коэффициентом трения и рекомендуются для массового применения при обычных условиях отбора керна.
2. Гладкостенные алюминиевые керноприемные трубы, применяются при температурах выше 120 °С, давление 14,9-27,2 МПа, в зависимости от диаметра трубы и материала.
3. Алюминиевые керноприемные трубы с рифленой поверхностью предназначены для отбора керна из интервалов с повышенным газосодержанием и высоким риском заклинивания керна, температура до 176,6°С.
4. Стальные керноприемные трубы имеют высокую прочность к повышенным давлениям и температуре, но имеют также и повышенное трение по сравнению с фиберглассовыми и алюминиевыми трубами, что сказывается на качестве отбираемого керна, поэтому имеют ограниченное применение.

Примерами КОС с одnorазовыми керноприемными трубами являются КОС СКИ (СК) 178/100, УКР-185/100БИ.000, «Security DBS», «CoreGard Low Invasion Coring», Т6 и их аналоги. На рисунке 5 приведена принципиальная схема КОС с одnorазовой керноприемной трубой.

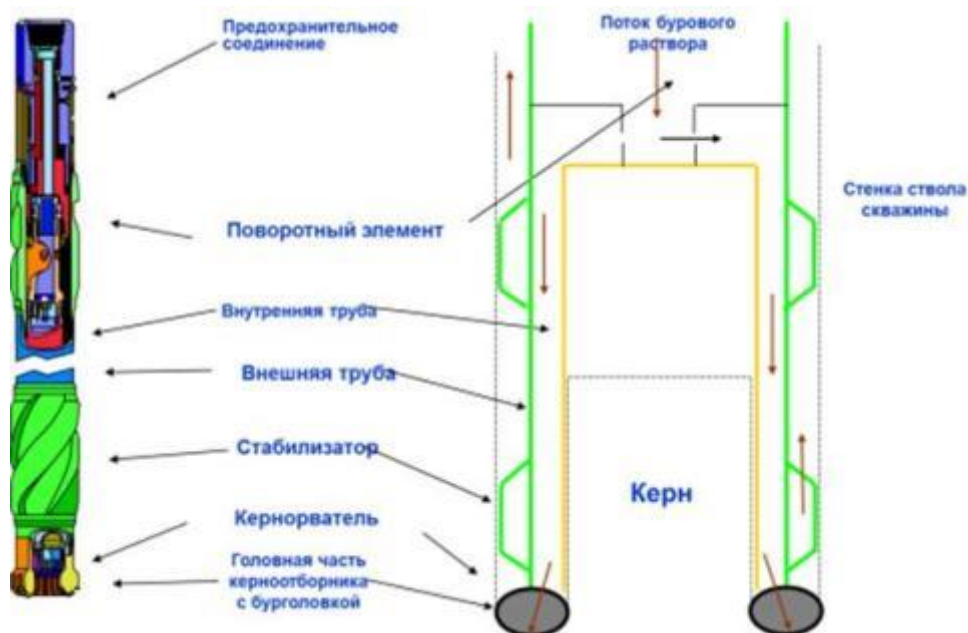


Рис. 5 Принципиальная схема КОС с одnorазовой керноприемной трубой

## 2. Специальные системы отбора керна

### 2.1. Общие сведения

Специальные системы отбора керна были разработаны для решения специфических задач, которые невозможно решить при использовании обычных КОС, а также с целью повысить информативность и достоверность определяемых параметров. Условно такие системы можно разделить на:



- системы позволяющие проводить визуальный осмотр керна отобранного в трубы на буровой без его извлечения;
- системы повышающие качество отбора керна для получения более качественных данных по оценке насыщения керна пластовыми флюидами (газ, нефть и вода);
- системы с полным перекрытием керноприемной трубы для рыхлых коллекторов;
- системы позволяющие отбирать ориентированный отбор керна;
- системы с антизаклинивающим механизмом;
- системы отбора керна в горизонтальных скважинах;
- бурение с отбором керна без подъема компоновки от забоя;
- системы отбора керна с одновременным отбором проб пластовых флюидов.

## 2.2. Изолированная технология отбора керна

Изолированная технология отбора керна, является модификацией традиционной КОС с керноприемной трубой одноразового использования, отличием является специальная конструкция КОС обеспечивающая заполнение керноприемной трубы «изолирующим» агентом (масло, гель) и бурголовки минимизирующей воздействие бурового раствора на керн (технология «Low Invasion»).

Наиболее известной системой из отечественных КОС является маслonaполненный КИС190.5/215.9 и его модификации (рисунок 6), СКИ (СК) 178/100, из зарубежных можно привести ее аналог – «Gel Coring», Glider.

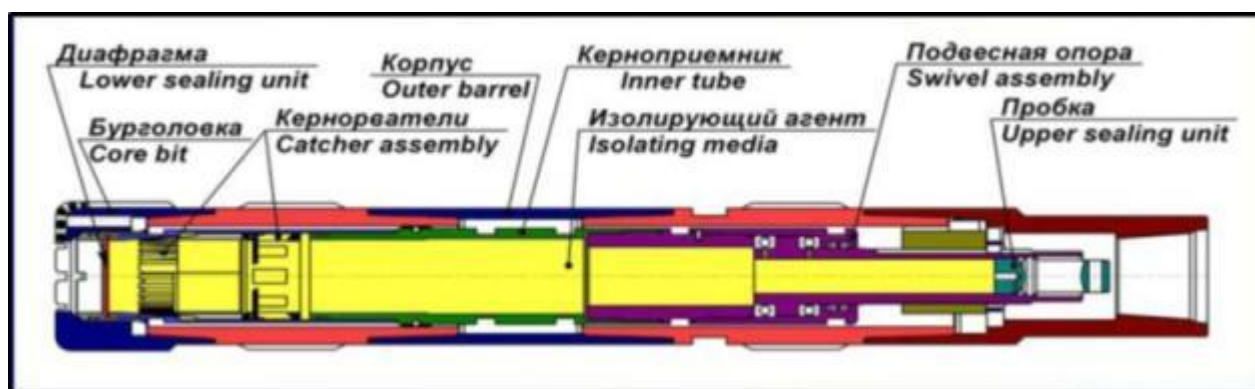


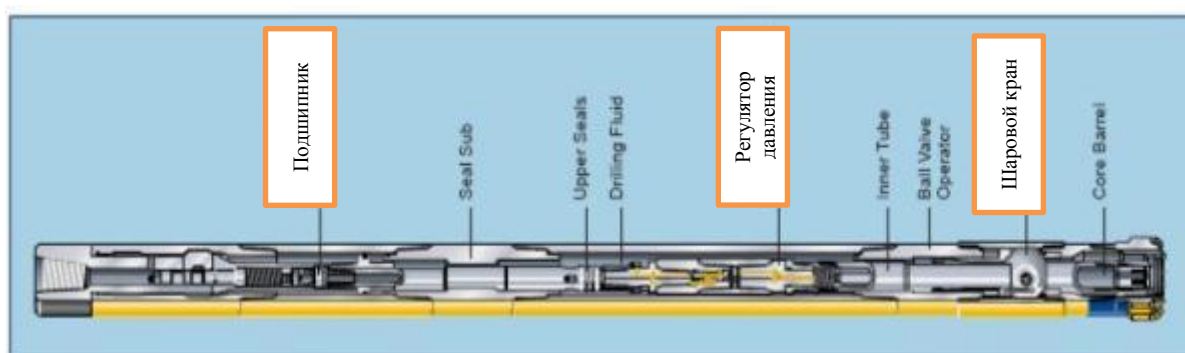
Рис. 6 Принципиальная схема КОС типа КИС 190.5/215.9

## 2.3. КОС с фиксированным давлением (сохранение пластового давления)

Керноотборники с фиксированным давлением разработаны для отбора керна в условиях сохранения пластового давления. Эта система считается самым лучшим методом для получения данных нефтенасыщения на основе керна, керн в условиях фиксированного давления также захватывает пластовые газы, для минимизации проникновения ФБР в керн может потребоваться проведение работ по отбору керна при равновесных условиях (отсутствие репрессии и депрессии).

Керноотборники с фиксированным давлением могут быть двух размеров: 152,4 мм и 203,2мм внешний диаметр, при котором отбирается керн с внешним диаметром 63,5 и 95,3мм соответственно. Керноотборник с 152,4мм внешним диаметром отбирает керн до 6,3 метра с

диаметром 63,5 мм при сохранении максимального давления 10,000 psi (69 МПа). Кернаотборник с 203,2 мм внешним диаметром отбирает керн до 13,46 метра диаметром 95,3мм при сохранении максимального внутреннего давления в 5,000 psi (34,5 МПа). Максимальная рекомендуемая рабочая температура 82°C (рисунок 7).



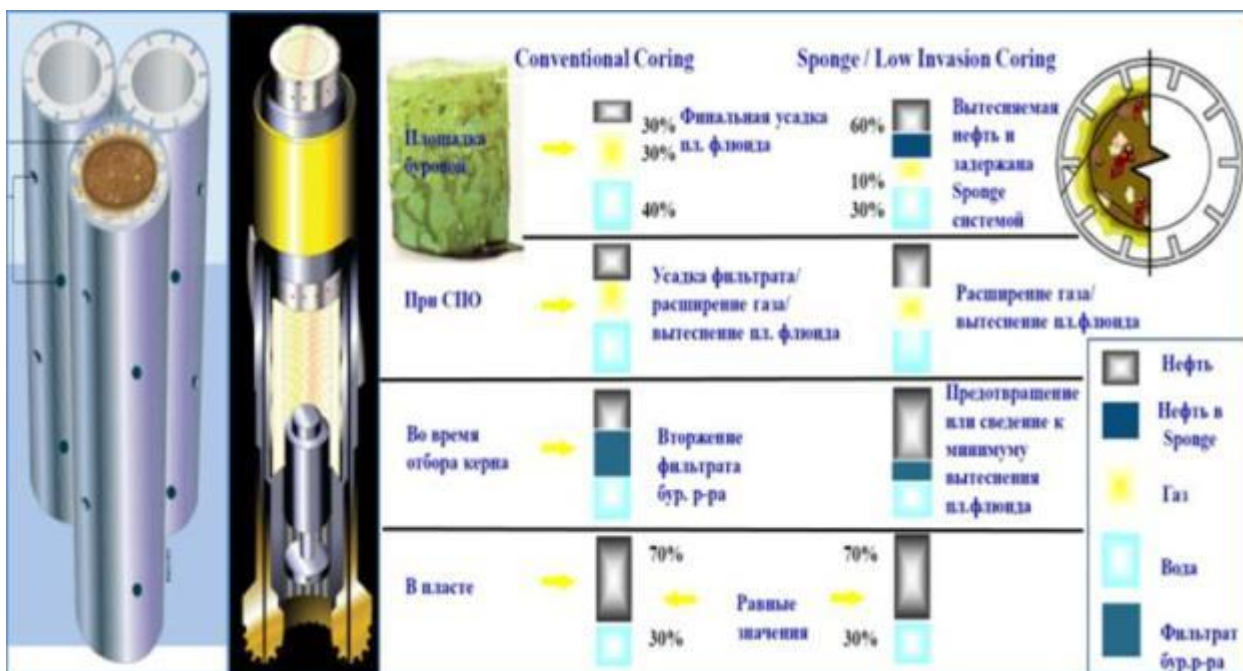
**Рис. 7 Принципиальная схема системы «In-Situ Data Gathering Service (IDGS)» отбора керна с фиксированным давлением**

Кернаотборники с фиксированным давлением являются современными инструментами, требующими наличие производственного объекта на буровой площадке для обслуживания кернотборника и обработки керна под давлением. К персоналу буровой бригады предъявляются самые высокие требования, как по опыту работы с такими системами, так и по организации работы. Организация безопасного проведения работ с таким оборудованием в обязательном порядке должна быть согласована с СП ОГ, ответственным за ОТ, ПБ и ООС.

## **2.4. Кернаотборный снаряд с губчатой системой**

Губчатая система отбора керна была разработана для повышения точности данных оценки нефтенасыщения, получаемой на основе керна. Губчатая система отбора керна не захватывает пластовые газы, вместо этого она захватывает нефть, которая вытесняется к моменту выхода керна на поверхность. Информация о насыщении является очень полезной при оценке проектов повышения нефтеотдачи. Губчатая система керноотбора имеет преимущество в том, что она является менее дорогой для применения, чем система керноотбора с фиксированным давлением, также давая возможность увеличения точности данных нефтенасыщения на основе данных керна. Губка устойчива к температуре 176,7°C. Губчатая система керноотбора ограничивает максимальную длину отбора керна до 9,14 метров с диаметром керна 88,9 мм за один рейс. Примером такого оборудования является система «SO<sub>r</sub> Sponge Liner Coring System» (рисунок 8).





Работы по лабораторному изучению нефтеводонасыщения из губчатых систем более трудоемки, чем обычные исследования нефтеводонасыщенности, требуют специального оборудования (аппараты Закса большого объема), но отличаются высокой эффективностью, особенно для интервалов кавернозно-трещиноватых коллекторов.

## 2.5. Системы отбора керна с параллельным отбором проб пластовых флюидов

Система «LIQUID TRAPPER» позволяет одновременно с отбором керна проводить отбор пластовых флюидов, выделяющихся из керна (рисунок 9). В целом она является развитием идей заложенных в губчатые системы отбора керна, но в отличие от них, имеет специально разработанное керноприемное устройство, которое использует надувные уплотнения, которые «захватывают» флюид, выделяющийся из керна. Внутренняя труба состоит из составных модулей длиной 1 м, которые представляют собой закрытые ячейки. Захваченные флюиды естественным образом разделяются на основе своей удельной плотности. Уплотнения позволяют выделяющимся керновым газам двигаться вверх, устраняя, таким образом, риски, связанные с выходом захваченного газа в поверхностных условиях. Внутри закрытых ячеек флюиды, выделяющиеся из керна, захватываются в кольцевом пространстве между внутренней и внешней стенкой ячеек. Ячейки нарезаются на секции длиной 1 м между отдельными уплотнениями. Захваченный флюид извлекается на буровой площадке. Флюиды исследуются в испытательной лаборатории (согласно требованиям Положения Компании «Порядок организации отбора, транспортировки, хранения, комплексного исследования и утилизации глубинных и поверхностных проб пластовых флюидов при геологоразведочных работах и разработке месторождений углеводородов на суше» № П1-01.03 Р-0121). Проводятся лабораторные исследования полноразмерного керна для определения объемов флюида, к которым добавляются захваченные флюиды в флюидоуловителе. Общее количество нефти в керне и флюидоуловителе преобразуют в пластовые условия применением текущего объемного коэффициента нефти, а поровый объем корректируется на уплотнение с помощью поправочного коэффициента давления.



Рис. 9 Система «LIQUID TRAPPER»

## 2.6. Полнозакрываемые системы отбора керна

Полнозакрываемые системы отбора керна были разработаны с целью улучшения качества отбора из неконсолидированных пластов, в тех случаях, когда эффективность обычных цанговых и лепестковых кернорвателей недостаточна. В этих системах используются одноразовые внутренние керноприемные тубусы, и специальная система захвата керна для отбора сложных ГП с полным перекрытием.

Технология полнозакрываемого керноотборного снаряда позволяет внутреннему керноприемнику осторожно скользить по рыхлому керну с минимальным повреждением, затем запечатывая керн внизу керноприемника. Это делается путем блока герметичного кернозахвата, который позволяет керну свободно входить в керноприемник, затем после этого запечатывать снизу керн внутри керноприемника. Рекомендуемая длина керна 9-12 м. Гладкий ствол и отсутствие доступного кернозахвата может привести к потере керна, если инструмент открыт до активации кернозахвата. Для снижения рисков не выноса керна рекомендуется дублировать полнозакрываемые кернорватели дополнительным цанговым (пружинным) кернорвателем. Наиболее известной системой является «Hydro lift», а также «SoftPro», «Orenoc» (рисунок 10).

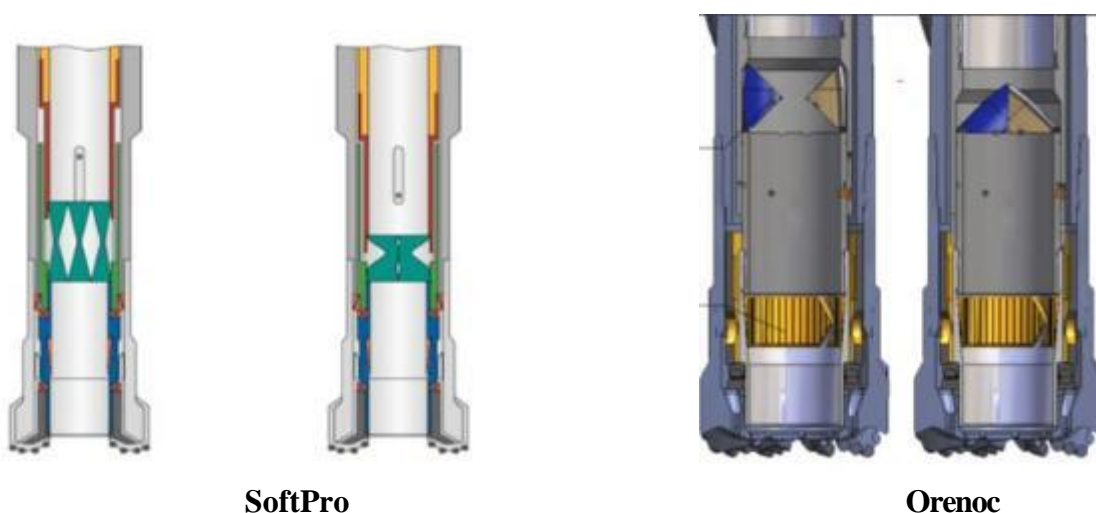


Рис. 10 Система «SoftPro» и «Orenoc»

## 2.7. Съемный керноприемник (отбор керна при бурении сплошным забоем)

Инструменты отбора керна со съемным керноприемником в техническом плане схожи с традиционными системами отбора керна, за исключением того, что они разработаны для случаев, когда внутренний керноприемник вытаскивается на поверхность с помощью каната. Применение таких систем ускоряет процесс отбора керна путем отсутствия необходимости делать спуско-подъемные операции для каждого керна, при заполнении керноприемного устройства. Новая часть внутреннего керноприемника закачивается в бурильную колонну и фиксируется на месте для выполнения дополнительного отбора керна, или пробка продавливается по бурильной колонне для продолжения процесса бурения без отбора керна.

Инструменты отбора керна со съемным керноприемником обычно меньше размером и легче, чем традиционные системы КОС. Это является преимуществом, когда их надо перевезти на отдаленные участки наземным или морским транспортом, а также при использовании для доставки вертолета. Диаметр керна ограничен внутренним диаметром бурового инструмента, поскольку весь внутренний керноприемник должен пройти через буровую колонну, в связи с этим может возникнуть ситуация отбора некачественного керна из-за ограниченного диаметра и поэтому рекомендуется планирование отбора керна с применением таких систем проводить после консультаций с подрядчиками по отбору керна. Также необходимо соблюдать осторожность для предотвращения поступления нефти или газа в ствол скважины в результате возникновения эффекта «свабирования», во время извлечения внутреннего керноприемника. Опыта работ с такими системами при отборе керна на объектах Компании нет. Оборудование имеется только у зарубежных компаний, например комплекс CCK (WIRE-LINE) типа 146S GEO-LINE, система «Latch-Les», система «Score™», КОС «CoreDrill». При бурении и отборе керна используется специализированная бурголовка типа ARC 435, которая может трансформироваться в колонковую (рисунок 11).

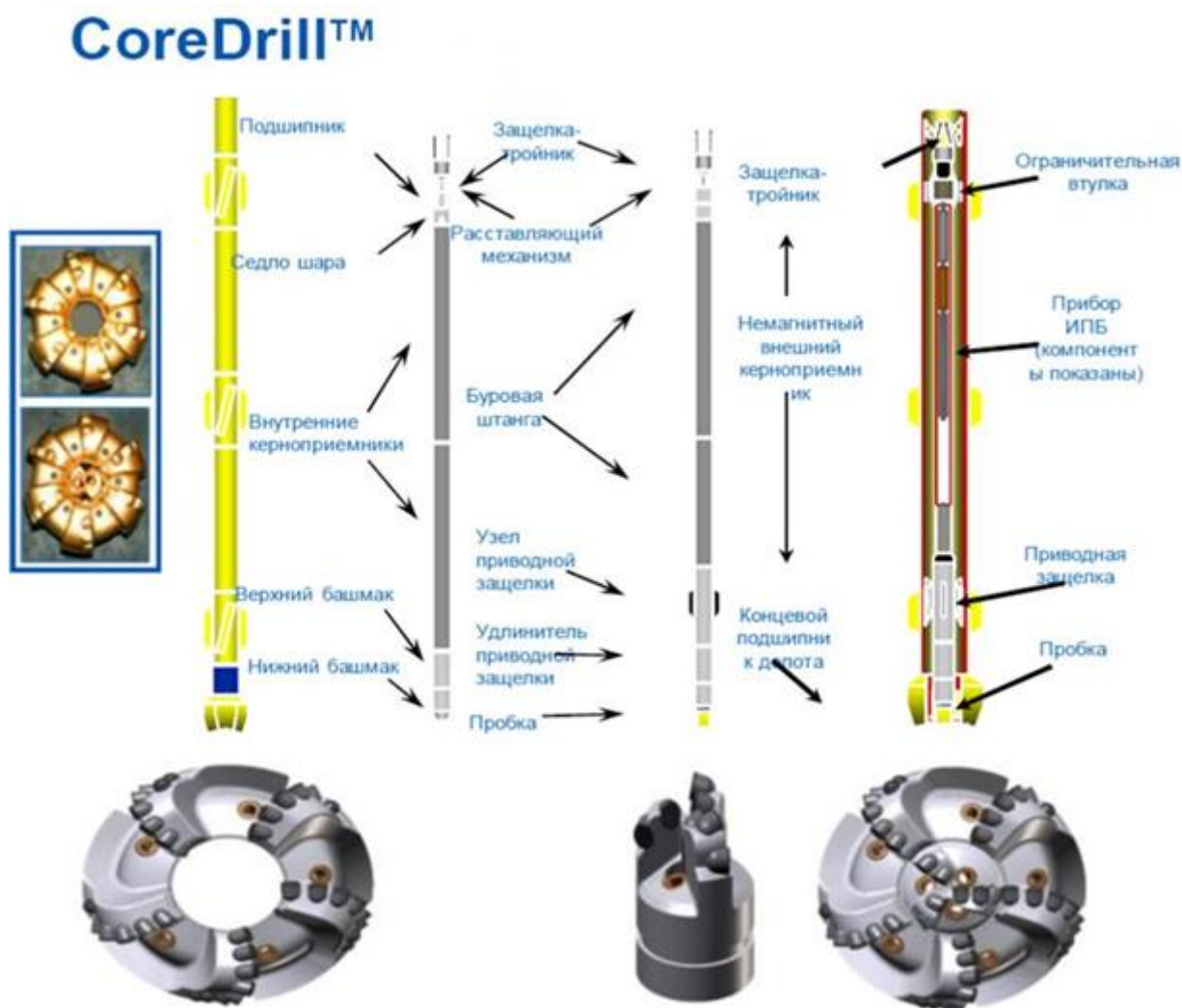


Рис. 11 Система CoreDrill с бурголовкой с внутренним сердечником ARC435

## 2.8. Ориентированный отбор керна

Ориентированная система отбора керна позволяет определять геометрическое направление керна внутри пласта путем измерения направления керна и наклона во время его отбора.

В комбинации с глубиной данные показывают трехмерное местоположение отобранного в скважине керна. Затем определяется структурная информация по направлению плоскостей напластования и разломов, встречаемых в керне. Направление можно в дальнейшем использовать для расчета критических параметров, таких как угол падения пластов, угол простирания, пластовая анизотропия и направление напряжения. Знание данных параметров позволяет эксплуатировать ресурсы более эффективно. Одной из систем для отбора ориентированного керна является система Orient-Pro™ (рисунок 12), она использует магнитометрический прибор (EMS) и маркирующее устройство для определения направления керна. Керна «маркируется» разметочным кольцом, расположенным внутри нижнего башмака. Кольцо содержит три обращенные внутрь вольфрамовые лезвия, которые гравировают линию разметки на керне, по мере того, как керн заходит во внутренний керноприемник. Три лезвия расположены под углом, чтобы идентифицировать линию разметки вдоль керна. Эта привязочная линия затем выравнивается измерительным прибором, расположенным в верхней части внутреннего керноприемника.



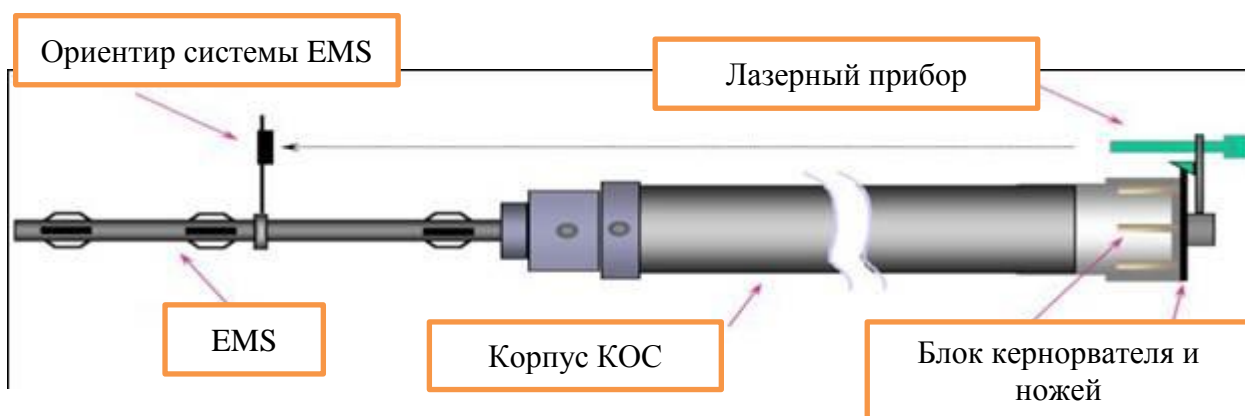


Рис. 12 Сборка системы «Oriented Coring System»

Чтобы не было помех со стороны стальной компоновки, магнитометрический прибор зафиксирован внутри немагнитной трубы типа УБТ над КОС. Система **Orient-Pro™** также включает в комплект фиксирующий и запирающий механизм для надежного закрепления магнитометрического прибора в рабочем положении, таким образом, прибор изолируется от механических и гидравлических помех, искажающих расчеты направления. Как только прибор зафиксирован в рабочем положении, начинается запись углового смещения относительно разметочного инструмента. Прибор записывает направление и наклон керна во время его отбора. Эта информация сверяется с конкретной глубиной для каждого выполненного промера для определения своего положения в пространстве. На поверхности глубина, угол наклона и азимут записываются по длине керна в зависимости от плотности съемки.

Система позволяет производить полную циркуляцию для промывки внутреннего керноприемника до начала отбора через переводник Fast Ball. Керноотборники спускаются на забой в обычном порядке, с промывкой раствором внутреннего керноприемника. При достижении забоя переводник Fast Ball гидравлически активизируется для перевода потока в затрубное пространство.

Аналогично системе Orient-Pro™ работают и другие системы отбора ориентированного керна, например «Oriented Coring System» или система «Corienting™».

## 2.9 Трехтрубная система отбора керна

Основным недостатком традиционных КОС с керноприемной трубой одноразового использования является невозможность осмотра керна на буровой площадке без извлечения керна из тубуса, что может быть критично в определенных ситуациях. Для визуального осмотра изначально доступна только торцевая часть тубуса. В тех случаях, когда необходим визуальный осмотр отобранного керна на буровой площадке возможно два решения, первым является продольная распиловка тубуса на величину толщины стенки тубуса. Обзор керна производится после открывания верхней части тубуса. Примером такого подхода является система «Core View», однако такое решение не получило массового внедрения.

Вторым решением является применение специально сконструированной системы отбора керна с тремя трубами. Сейчас на рынке услуг по отбору керна имеются такие системы как «TRIPLE-TUBE TSS SYSTEM» (рисунок 13), «LaserCut» и их аналоги. Ключевой особенностью системы по сравнению с традиционными КОС является наличие дополнительной тонкостенной внутренней керноприемной трубы и системы со специальным

замковым соединением между внутренней и наружной керноприемными трубами. Основная цель - повышение качества отбираемого керна за счет уменьшения объемов керна повреждаемого при разъединении секций, снижения давления, оказываемого на керн и предоставление возможности осмотра керна на буровой без снижения качества отобранного керна. Эффективность такой технологии по информации выше на 20 % по сравнению с традиционными системами.

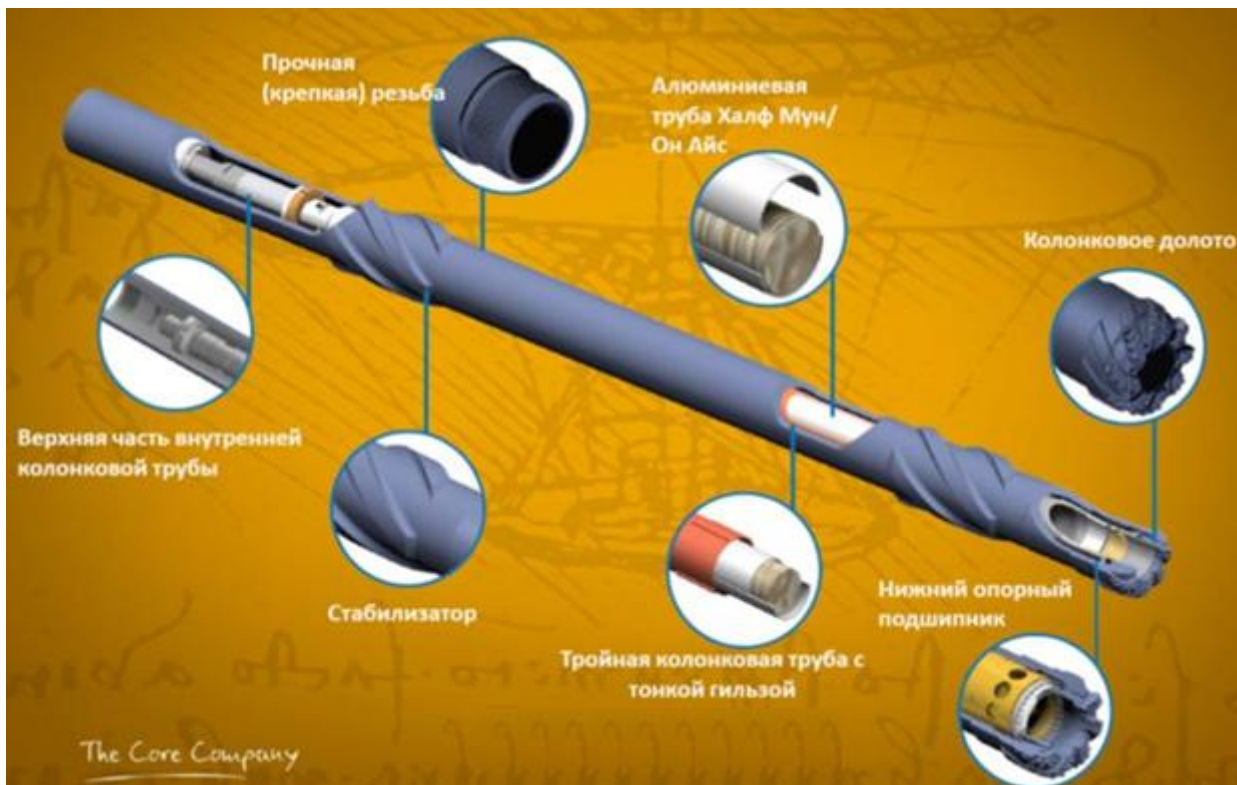


Рис. 13 Система «TRIPLE-TUBE TSS SYSTEM»

## 2.10 Отбор керна из пологих или горизонтальных скважин

Керн из пологих и горизонтальных скважин можно отобрать традиционным КОС, отбор керна возможен как при роторном бурении, так и при использовании забойных двигателей. Большая часть керна будет отбираться без использования забойного двигателя, но количество случаев применения турбобура (винтового двигателя) будет возрастать, если оправдано его использование. Применение забойного двигателя позволяет продолжать процесс отбора керна без вращения бурильной колонны. Обычно традиционный КОС длиной 9-12 м, устанавливается в компоновке перед забойным турбобуром, после буровой головки. Турбобуры создают высокий крутящий момент при низкой скорости вращения для оптимальной мощности при отборе керна. Длина керноотборника и диаметр керна могут варьировать в зависимости от условий бурения. Внутренняя керноприемная труба стабилизируется путем установки на нее специального роликового подшипника или сальника для центровки внутренней керноприемной трубы. Между двигателем и керноприемником может быть установлена специальная герметизирующая втулка для того, чтобы позволить буровому раствору проходить через внутреннюю керноприемную трубу, очищая ее от шлама перед началом отбора керна. Действующая втулка направляет поток бурового раствора между внутренним и внешним керноприемниками. Для снижения рисков низкого выноса рекомендуется использовать КОС с телескопическими одноразовыми трубами типа СК-195-100.ТС, JamTeq, JamBuster и их аналогами. Также необходимо использовать внешние и внутренние центраторы.



В некоторых случаях во время отбора керна может возникать необходимость в сохранении очень жесткого контроля над углом наклона скважины. Отбор керна без использования забойного двигателя в этих случаях позволяет лучше осуществлять контроль над углом наклона скважины. В России разработана специализированная система отбора керна из горизонтальных скважин, сочлененной конструкции (на основе шарнирных муфт).

## 2.11 Отбор керна боковыми грунтоносами (керноотборником)

В тех случаях, когда не целесообразно проводить отбор керна при бурении применяются боковые керноотборники (Таблица 1).

Конструктивно такие системы бывают стреляющего и сверлящего типа.

Наиболее массовым типом отбираемых образцов являются образцы размером 1 x 1 дюйм. В последнее время появились роторные (сверлящие) боковые грунтоносы позволяющие проводить отбор образцов размером 1,5 дюйма (рисунок 14).



**Рис. 14 Образцы керна выбуренные системами MCST (диаметр образца 1 дюйм) и MaxCOR (диаметр образца 1,5 дюйма)**

При выборе оборудования для отбора керна рекомендуется заранее изучать технические характеристики оборудования и учитывать такую информацию при планировании работ. Правильное планирование программы по отбору керна позволяет осуществить отбор керна наилучшего качества.

**Таблица 1**  
**Основные типы боковых грунтоносов для отбора керна**

№П/П	ТЕХНОЛОГИЯ	ОСОБЕННОСТИ	НЕДОСТАТКИ	ПРИМЕНЕНИЕ
1	Керн, отбираемый с помощью стреляющего бокового грунтоноса	Отбирается посредством выстреливания небольшой камеры (диам. 2,5 см) или «пулей» в ствол скважины. Извлекается с помощью кабеля, прикрепленного к «пуле». За один рейс можно получить до 90 образцов.	Требует номинального диаметра ствола скважины, пробы небольшого размера / нет информации о направлении. Некачественный отбор/разрушенная ГП величина каждого заряда должна соразмеряться с прочностью ГП (что обычно неизвестно) «пуля» может не пробить стенку ствола скважины (твердая ГП/высокая депрессия) возможен прихват «пули» и кабеля в стенке ствола скважины – скважина засоряется	Литологические, геохимические и стандартные петрофизические исследования, комплекс исследований ограничен небольшим диаметром образцов.
2	Пробы керна, отбираемые с помощью роторного бокового грунтоноса	Образцы отбираются посредством высверливания образцов. В стандартной модификации диаметром 1.0 x 2.0 дюйма (2.5 x 5 см). В новой модификации размер образцов 1.5 x 2.5 дюйма (3.81 x 6.35 см.).  Хорошее состояние отобранного керна есть возможность отбора более широкого ряда ГП (как твердые, так и мягкие)	Требует ствола номинального диаметра образцы небольшого размера/нет информации о направлении не вскрывает участки ниже потенциально поврежденной стенки ствола скважины инструмент сложный и требует экспертного сопровождения индексация глубин на пробах заходит неглубоко/либо совсем не проникает в твердые ГП/ высокая депрессия высокая стоимость – особенно в случае работы на трубах вероятность прихвата из-за перепада давлений	Для образцов диаметром 1 дюйм (2.5 см): Литологические, геохимические и стандартные петрофизические исследования, комплекс исследований ограничен небольшим диаметром образцов. Для образцов диаметром 1.5 дюйма (3.81 см): Литологические, геохимические, стандартные и специальные петрофизические исследования, возможно проведение потоковых экспериментов.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ РАБОТЕ С КЕРНОМ НА ПОВЕРХНОСТИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УВЕЛИЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОТБИРАЕМОГО КЕРНА

Качество отобранного керна зависит не только от правильных технологических режимов бурения, СПО, но и от правильно организованного процесса работы с керном на поверхности с использованием оптимальных видов оборудования и материалов.

Для обработки керна должны быть приняты особые меры, чтобы избежать его повреждения на буровой площадке и не допустить никаких искривлений (прогибаний), которые могут вызвать его растрескивание или повреждение. На буровой площадке должен находиться работник СП ОГ, который руководит процессом обращения с керном, действуя совместно с работающими на буровой площадке работниками, отвечающими за отбор керна со стороны подрядчика по отбору керна.

До начала любой операции производится оценка безопасности выполнения работ, в ходе которой нужно еще раз проговорить предстоящую операцию и удостовериться, что весь прямо или косвенно задействованный персонал четко понимает задачи и план действий. Такие летучки проводятся так часто, как требуется для безаварийного выполнения всех этапов операции. Если на какой-либо стадии выполнения операции замечены небезопасные условия выполнения работ, операция должна быть остановлена, пересмотрена и проведена более безопасно.

### 1. Извлечения керноприёмного тубуса из компоновки для отбора керна

При отборе керна с помощью керноотборников, в которых керна находится в тубусах (двухтрубная, изолированная технология и др.), извлечение тубусов из керноприемной трубы производится с помощью подъемной лебедки на буровой площадке, удары тубусов об оборудование и пол буровой площадки недопустимы. В случае большой длины тубуса, произвести разборку тубуса на буровой, используя специальный срезатель керна, один из вариантов его конструкции приведен на рисунке 15.

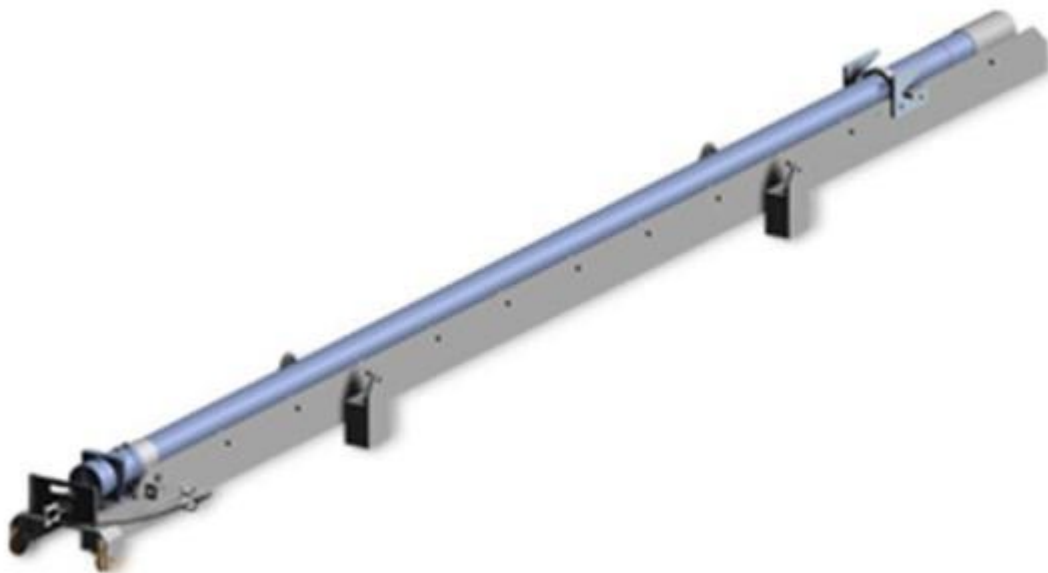


Рис. 15 Специализированный срезатель

### 2. Спуск керноприёмного тубуса на мостки

При отборе керна с помощью керноотборников с внутренними тубусами, изготовленных из стеклопластика или другого материала недостаточной жесткости, спуск тубусов от стола

ротора на приемные мостки должен проводиться при обязательном фиксировании тубуса с керном с помощью устройств, предотвращающих прогиб тубуса при спуске – «укладочная рама» (рисунок 16). Допускается использование при спуске в качестве «укладочной рамы» внешний стальной корпус снаряда для отбора керна, примером такой конструкции может служить оборудования серии КИМ. Но извлечение внутренней керноприемной трубы из КОС серии КИМ выполняемой на приемных мостках должны сопровождаться применением укладочной рамы.



**Рис. 16 Укладочная рама**

Использование устройств типа «укладочная рама» требует осмысленного планирования работ, так как для некоторых типов рам может потребоваться наличие на буровой дополнительного подъемного механизма (рисунок 17).

Наиболее оптимальными конструкциями «укладочных рам» являются конструкции позволяющие производить фиксацию керноприемной трубы специальными замковыми соединениями дистанционно (рисунок 18), без необходимости подъема работника буровой бригады к верхней части рамы.



Рис. 17 Фиксация верхней части керноприемной трубы к укладочной раме



Рис. 18 Укладочная рама со специальным дистанционным замковым соединением

Важно, чтобы керн находился только в вертикальном положении до момента его закрепления в укладочной раме во избежание прогибаний, вызывающих повреждение керна. Затем укладочная рама опускается на погрузочно-разгрузочную площадку.



Чрезвычайно важно выполнять все операции очень аккуратно, осторожно, медленно, без резких движений, тычков, бросаний и дерганий.

Для облегчения перемещения тубуса с керном вдоль укладочной рамы, в конструкцию последней могут быть добавлены специальные роликовые направляющие (рисунок 19).



**Рис. 19 Спуск внутренней керноприемной трубы с устройством, исключающим прогиб («укладочная рама»)**

Спуск стеклопластиковых тубусов с керном ТРИЗ без фиксирующих устройств запрещается (рисунок 20 и 21).





**Рис. 20 Спуск тубуса из стеклопластика, с керном без устройства, исключающего прогиб**



**Рис. 21 Керн, растрескавшийся в результате прогибания и изгибания внутренней трубы керноотборника**

Разметка керноприёмной трубы.

Правильная маркировка керноприемных труб является залогом минимальных потерь времени при проведении работ в испытательной лаборатории.

При разметке использовать несмываемые маркеры, рекомендуется иметь заранее подготовленные комплекты вспомогательных инструментов для качественной разметки

керноприемных труб (маркеры различных цветов, фиксаторы, рулетку, ластик и др.) рисунок 22.



**Рис. 22 Специальный комплект приспособлений для разметки керноприемной трубы**

После расположения на мостках отмыть трубу от остатков бурового раствора, вытереть насухо.

Рекомендуется использовать трубу с заводской разметкой двойной линией с указанием направления входа керна в трубу. При отсутствии разметки – промаркировать керноприёмную трубу по всей длине двойной линией (два контрастных цвета).

Отмерить расстояние от верха керноприёмной трубы до кровли керна в трубе. В случае 100 % выноса керна данное расстояние должно составлять около 40 см (длина колонки керна в башмаке кернорвателей). Отметить положение кровли керна на керноприёмной трубе. Данная метка будет верхом первого тубуса.

Керн из компоновки кернорвателей аккуратно переложить в отпиленный ранее пустой отрезок трубы соответствующей длины, соблюдая ориентацию керна относительно маркировки трубы. Запрещается «проталкивать» керн из компоновки кернорвателей в керноприёмную трубу.

Провести разметку керноприёмной трубы на отрезки метровой длины (либо иной длины, в соответствии с ГТЗ), начиная с отметки кровли керна.

На каждую метровую секцию нанести её порядковый номер (формат: «1 из 9», «2 из 9» и т. д.) надписи «Верх» и «Низ», а также соответствующие глубины кровли и подошвы, нанести информацию о месторождении, номере скважины, интервале отбора керна (рисунок 23 - 25)

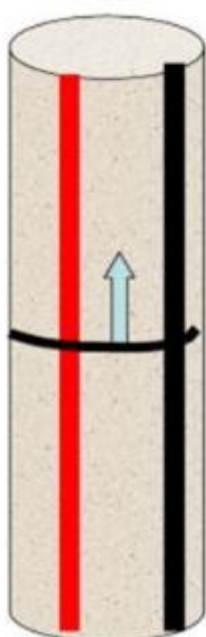


Рис. 23 Пример разметки двумя контрастными цветными линиями и деления на метровые тубусы



Рис. 24 Примеры корректной разметки и маркировки керноприёмной трубы перед распиловкой

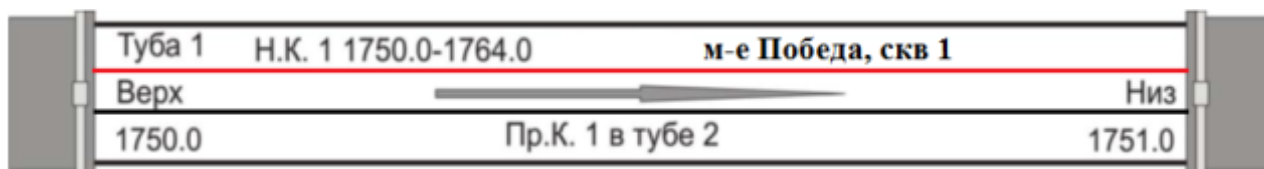


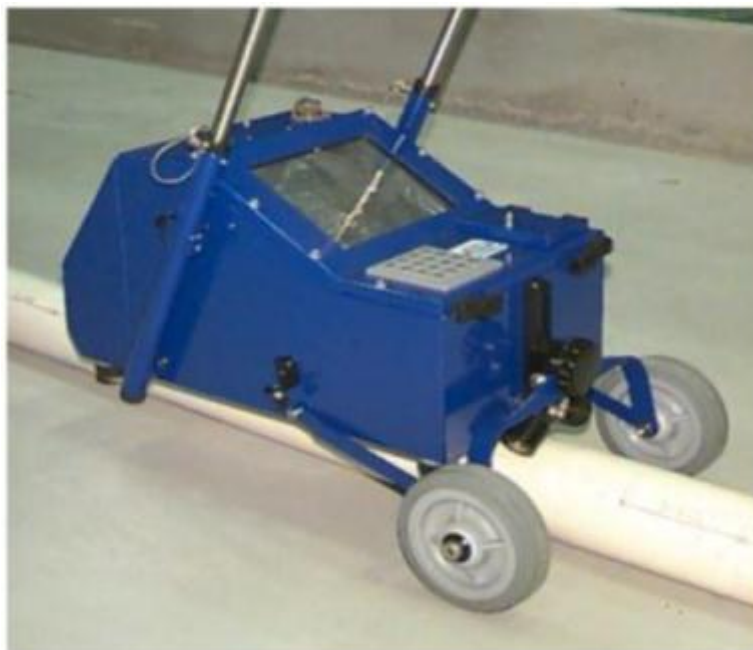
Рис. 25 Оформление метрового отрезка керноприемной трубы («тубы»)

### 3. Гамма-каротаж керна

Если программа работ с керном предусматривает оперативный отбор образцов, то для выполнения оперативной привязки керна на буровой площадке рекомендуется проводить замеры ГК керна (рисунок 26 - 28).



Переносные приборы ГК бывают как в обычном исполнении, которые регистрируют только общую радиоактивность, так в спектральной модификации, когда дополнительно регистрируется и содержание урана, тория, калия.



**Рис. 26 Прибор регистрации естественного гамма-излучения**



**Рис. 27 Регистрация естественного гамма-излучения керна**

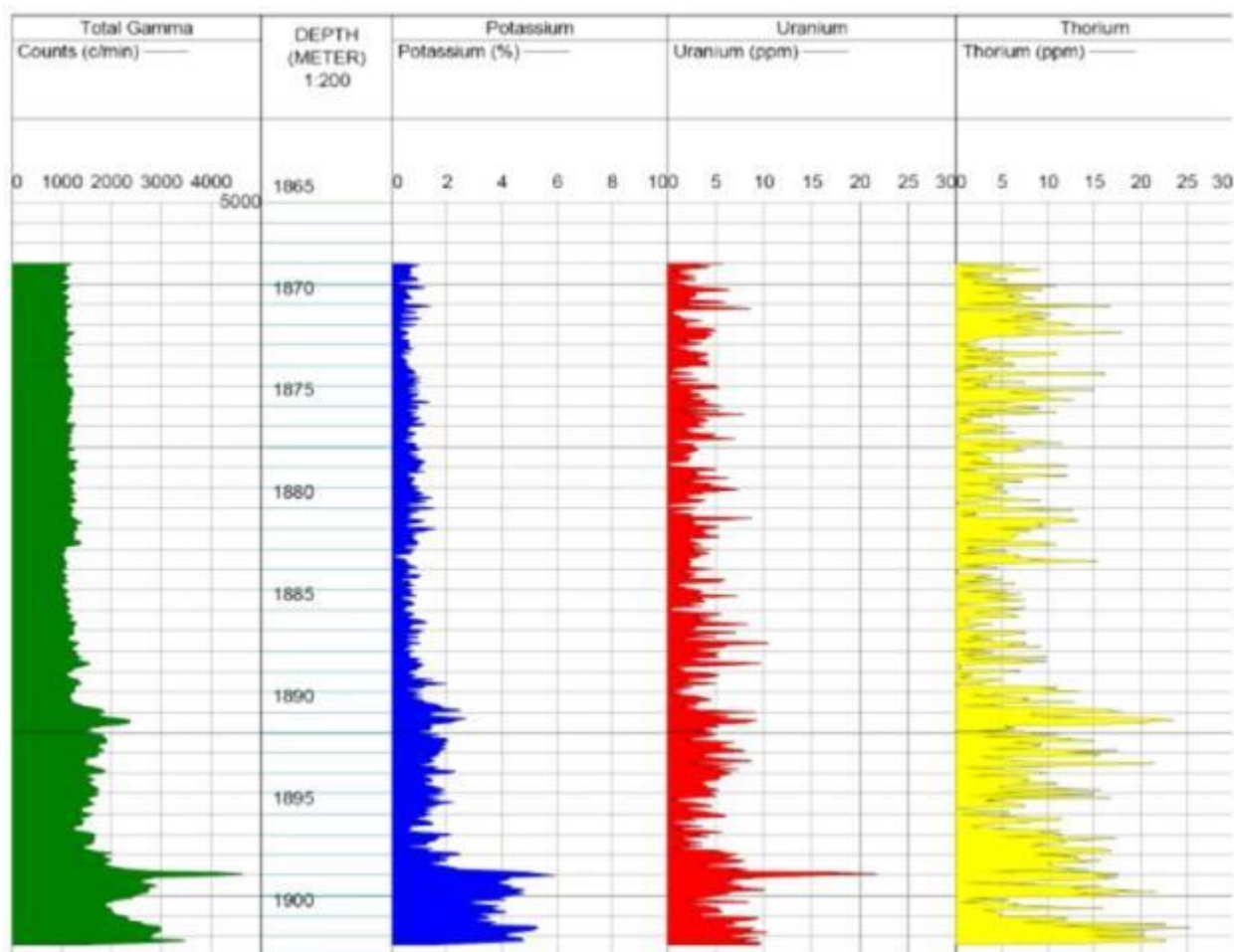


Рис. 28 Пример планшета с результатами естественного гамма-излучения керна

Проведение ГК полноразмерного керна рекомендуется проводить до сегментации керноприемной трубы.

В скважинах с низкой дифференциацией разреза, в интервале отбора керна по естественной радиоактивности данные работы проводить не рекомендуется.

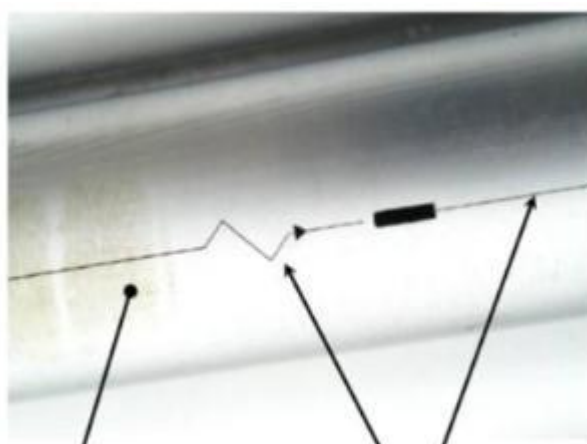
#### 4. Оперативный осмотр отобранного керна

При необходимости оперативного осмотра керна, отобранного по двухтрубной технологии, необходимо использовать системы, аналогичные системе «Core View» (рисунок 29). Система позволяют произвести продольную распиловку тубуса, не повреждая керн. После вскрытия тубуса и осмотра, фотографирования керна необходимо обеспечить надежную фиксацию двух половинок распиленного тубуса с помощью хомутов.



Рис. 29 Система «Core View»

Наилучшим решением является использование трехтрубных КОС типа «TRIPLE-TUBE TSS SYSTEM» с системой «Half Moon» или «LaserCut» (рисунок 30).



Тубус

Замок и продольная  
разъединительная линия



Открытый тубус

Керн

Рис. 30 Система «LaserCut»

Полное извлечение керна из керноприемной трубы на буровой площадке без согласования с геологической службой ОГ и СП ОГ, ответственной за изучения керна (КНИПИ) не допускается.

## 5. Поперечная распиловка на секции (сегментирование)

Поперечная распиловка тубусов производится в соответствии с разметкой. Распиловка тубуса с консолидированным кернами проводится специализированным инструментом (углошлифовальные машинки и т.п.) При проведении распиловки тубуса с неконсолидированным/слабоконсолидированным кернами необходимо полностью исключить возможность повреждения керна: исключить прогиб и вращение трубы, тряску, падение и т.д., для этого поперечную распиловку необходимо осуществлять алмазным диском



большого диаметра, более чем вдвое превышающим диаметр керноотборной трубы, за один проход, при этом керноприёмная труба должна быть надёжно закреплена с помощью специального устройства (рисунок 31;32).



**Рис. 31 Система распиловки керноприёмной трубы на секции**



**Рис. 32 Система распиловки керноприёмной трубы на секции**

Для неконсолидированного/слабоконсолидированного керна запрещается:

- Извлекать керн из керноприёмных труб.
- Производить распиловку керноприёмной трубы ручным инструментом (угловая шлифовальная машина и т.п.) на частичную глубину керноприёмной трубы с её поворотом.

При проведении поперечной распиловки на каждом срезе необходимо:

- Провести фотографирование торца срезанного керна. Для решения специальных задач (оценка проникновения ФБР и т.п.), фотографирование производится также и в ультрафиолетовом свете.
- Провести краткое литологическое описание торца срезанного керна.
- При необходимости отобрать небольшие пробы керна для экспресс-анализов керна. Пробы должны отбираться с герметизированные полиэтиленовые пакеты с указанием глубины отбора. Все отобранные пробы керна должны быть фотодокументированы, с указанием линейных размеров (фотография с линейкой).
- Осуществить установку резиновой торцевой крышки соответствующего диаметра, при этом необходимо герметично притянуть её к трубе металлическим хомутом.

## **6. Методы стабилизации керна.**

### **6.1. Назначение методов стабилизации**

1. чтобы защитить и амортизировать керн во внутреннем цилиндре (тубусе) и предотвратить повреждения керна при обработке на буровой площадке, транспортировке в кернохранилище, распиловке и вырезании образцов на буровой площадке либо в испытательной лаборатории;
2. мягкие, сломанные, ломкие или хрупкие типы керна могут быть повреждены даже при простейшей обработке, например, при нарезке керна на 100-см секции. Повреждения могут быть вызваны движением полотна пилы и вибрацией. В таких случаях перед нарезкой метровых тубусов из длинных 9-12 м секций рекомендуется провести консервацию с помощью пены, гипса или эпоксидной смолы.

### **6.2. Общие рекомендации**

Все методы стабилизации керна, кроме заморозки, требуют наличия свободного пространства между керном и внутренней стенкой тубуса. Слив бурового раствора из тубуса обязателен.

Замораживание керна должна применяться только для неконсолидированных (слабосцементированных) ГП и в тех случаях, когда кроме этого вида стабилизации нет альтернативы.

В зависимости от целей проекта может быть применено несколько типов стабилизации керна.

В Таблице 2 настоящего Приложения показаны основные особенности применения технологий стабилизации.

Наиболее востребован этап стабилизации керна при отборе керна из неконсолидированных (слабосцементированных) ГП, а также из трещиноватых ГП.

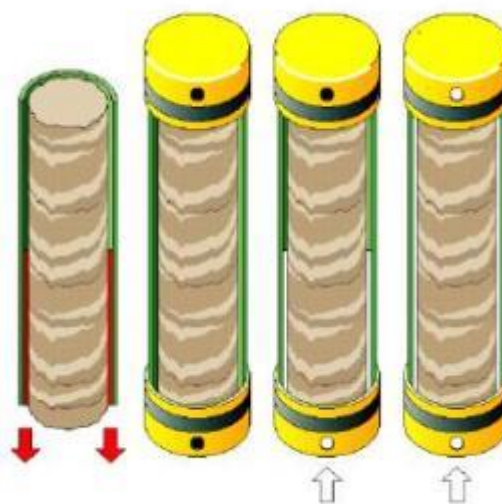
Замораживание керна применяется для чистых песчаников, у которых содержание глинистого материала незначительно (меньше 10 %), для ГП с большим содержанием глины рекомендуется использовать другие методы стабилизации.

### **6.3. Закачка гипса**

Обязательным условием является расположение тубуса под углом, достаточным для свободного вытекания бурового раствора из тубуса.

Гипсовый раствор закачивается в затрубное пространство между керном и внутренней трубкой снизу-вверх (рисунок 33).

Гипс затвердевает, тем самым изолируя пространство между керном и внутренней стенкой тубуса.



→ Гипс в лаборатории при разрезании керна пополам. Затвердевший гипс легко отделяется от керна.

**Рис. 33 Стабилизация керна гипсом**

Таблица 2  
Технологии стабилизации керна (на основе материалов ВР и Baker Hughes)

НОМЕР П/П	ТЕХНОЛОГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ	ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ	ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ
1	2	3	4
1	Гипс	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качественная стабилизация</li> <li>– не токсичен</li> <li>– не вступает в реакцию с керном</li> <li>– не дорогой</li> <li>– не влияет на смачиваемость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Чувствителен к хим. свойствам воды</li> <li>– хрупкий, требователен к соблюдению технологии, ограничения по температуре наружного воздуха</li> <li>– долго затвердевает (15-70 минут)</li> <li>– требует добавок-замедлителей и/или ускорителей для регулирования времени затвердевания</li> <li>– твердость может быть проблемой</li> <li>– может абсорбировать воду и нефть из керна</li> <li>– В жидком состоянии очень объемный – может вытолкнуть неконсолидированный керн из трубы при закачке раствора</li> </ul>
2	Эпоксидная смола	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качественная стабилизация</li> <li>– компоненты смешиваются в инжекторе или сосуде</li> <li>– быстро затвердевает</li> <li>– прочная – не проседает</li> <li>– небольшой или отсутствующий эффект на смачиваемость (спорно)</li> <li>– не расширяется при затвердевании</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Едкие вещества</li> <li>– возможно проникновение в керн и изменение смачиваемости</li> <li>– трудно удаляется с поверхности керна</li> <li>– ограничения по температуре воздуха</li> <li>– иногда затвердевает в инжекторе – в связи с этим наиболее выполнимым является работа по заливке смолы из сосуда вручную</li> <li>– температура влияет на время схватывания</li> <li>– нагревается до 54°C во время затвердевания – возможно и более, если в определенных смолах присутствует вода</li> <li>– составляющий изоцианат очень токсичен до момента затвердевания смолы</li> <li>– высокая стоимость</li> </ul>
3	Двухкомпонентная пена (полиуретановая)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качественная стабилизация</li> <li>– прочная</li> <li>– может быть закачана под давлением</li> <li>– удаляется с керна</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая пористость – может абсорбировать флюиды из керна</li> <li>– расширяется во время схватывания</li> <li>– свойства УФ</li> <li>– гидрофобная – может влиять на смачиваемость</li> </ul>

НОМЕР П/П	ТЕХНОЛОГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ	ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ	ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ
1	2	3	4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– легко использовать – быстро приготовить – заранее упакована</li> <li>– компоненты смешиваются в инжекторе</li> <li>– легко закачивать</li> <li>– менее токсична, чем смола</li> <li>– не выделяет тепло</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проникает в поровое пространство</li> <li>– расширяется при контакте с толuoloом</li> <li>– проседает</li> </ul>
4	Криотехнологии (замораживание керна)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– качественная стабилизация</li> <li>– дешевый способ в модификации естественной заморозки</li> <li>– не вступает в химическую реакцию с керном</li> <li>– предотвращает испарение воды и летучих нефтей</li> <li>– закрепляет поровые флюиды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– затратный при использовании сухого льда или жидкого азота.</li> <li>– приводит к повреждениям хрупких песчаников и глинистых минералов</li> <li>– при длительном хранении затратный, ограничения по температуре воздуха</li> <li>– расширение поровой воды при замерзании может вызвать трещины</li> <li>– расширение воды может вытеснить трассеры из керна или концентрированные трассеры в локусах</li> <li>– в некоторых местах невозможно найти сухой лед</li> <li>– проблемы с логистикой – необходимо иметь специальные герметичные контейнеры и держать керн в замороженном состоянии</li> </ul>
5	Силиконовый гель	– низкая стоимость	технология не отработана, нет полной консервации керна
6	Plastic Strip	– позволяет закрепить керн внутри тубуса без заливки агентом	применяется только в случае консолидированных ГП



Для заправки гипса используются специализированные системы (рисунок 34).



**Рис. 34 Комплект для подготовки и заправки гипса**

#### **6.4. Заливка раствором смолы «А» и «В»**

Обязательным условием является расположение тубуса под углом, достаточным для свободного вытекания бурового раствора из тубуса.

Два раствора смешиваются и заливаются в затрубное пространство между керном и внутренней трубкой.

Заливку смолы необходимо производить с верхней части тубуса.

Раствор затвердевает и изолирует затрубное пространство (рисунок 35).





Рис. 35 Стабилизация керна смолой

## 6.5 Закачка двухкомпонентной пены

Стабилизация керна с помощью пены – Пример на керна длиной один метр (рисунок 36).

Подготовка на буровой площадке:

- Имеются секции керна длиной один метр с отметками глубины и направления, с прикрепленными концевыми насадками, снабженными зажимами для насоса. Секции керна выложены на рейки. Это способствует удалению большей части бурового раствора с керна.
- Просверлите одно отверстие для закачки пены диаметром 7 мм на каждой концевой насадке в ориентации 12 часов на циферблате в затрубное пространство между керном и внутренней трубкой.
- Просверлите отверстия диаметром 3 мм вдоль поверхности внутренней трубки на расстоянии 25 см друг от друга, плюс одно отверстие в центре (итого – пять отверстий). Эти отверстия будут служить для вентиляции и обзора.

Метод закачки пены для керна длиной один метр:

- Используйте только прямые наконечники средней производительности (зеленого цвета).
- Убедитесь, что концевые насадки находятся в хорошем состоянии и плотно закреплены.
- Регулируйте скорость закачки пены. Спусковой механизм на нагнетательном пистолете должен быть открыт наполовину или меньше.
- Пену нужно нагнетать с обеих сторон через отверстия в концевых насадках. Когда вы увидите, что пена начинает выходить из второго с конца отверстия на стенке трубки (не из центрального отверстия), прекратите нагнетание пены и повторите процедуру с другого конца. Во время второго этапа закачки вы должны увидеть, что

пена выходит наружу из центрального отверстия (если за счет расширения пена, нагнетавшаяся первично, не достигла центрального отверстия).



Пена увеличивается в объеме и выходит из отверстий для вентиляции и обзора



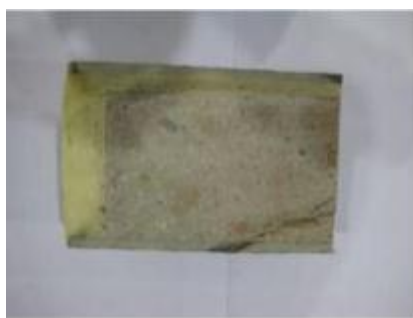
Затвердевание пены



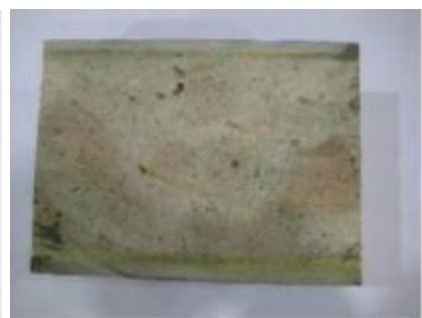
Излишки пены удаляются скребком



Пена удалена с обоих концов. Видно, как пена создала изоляционный слой вокруг керна



Разрез керна с конца секции. Направление разреза – по линии циферблата от 12 к 6 часам



Разрез керна из середины секции. Направление разреза – по линии циферблата от 3 к 9 часам

**Рис. 36 Стабилизация керна пеной**

## 6.6. Замораживание керна (криотехнологии) по данным компании CoreLab и Kirk Petrophysics

Порядок работ:

- Положить трубу на платформу и с помощью многоточечного укладчика переложить трубу в ячейку контейнера для заморозки (рисунок 37), не снимая трос.
- С равными интервалами (каждый метр) пробурить отверстия в центре керна, используя ограничитель глубины сверления, чтобы установить сверло на половину диаметра керна.
- Перед переносом трубы добавить слой гранул на дно, затем другой слой гранул поверх трубы, чтобы полностью окружить ее.
- Покрыть ячейку крышкой или прочным брезентом, чтобы избежать быстрого таяния из-за неблагоприятных условий, а также для сохранения состояния заморозки.
- Начать мониторинг процесса заморозки с помощью многоканального регистратора данных (температура). Различные скорости замораживания внутри интервала означают разные пласты внутри керноотборника. Учитывая параметры отбора керна, важно знать, когда останавливать процесс замораживания. Типовой график заморозки приведен на рисунок 38. Процесс заморозки должен проводиться до температуры не ниже  $-56,67^{\circ}\text{C}$  ( $-70^{\circ}\text{F}$ ).
- Средний период для замораживания керна 4 дюйма равен 280 мин, тогда как керн 5 1/4 дюйма может замораживаться в течение 360 мин.



Рис. 37 Контейнер для заморозки керна

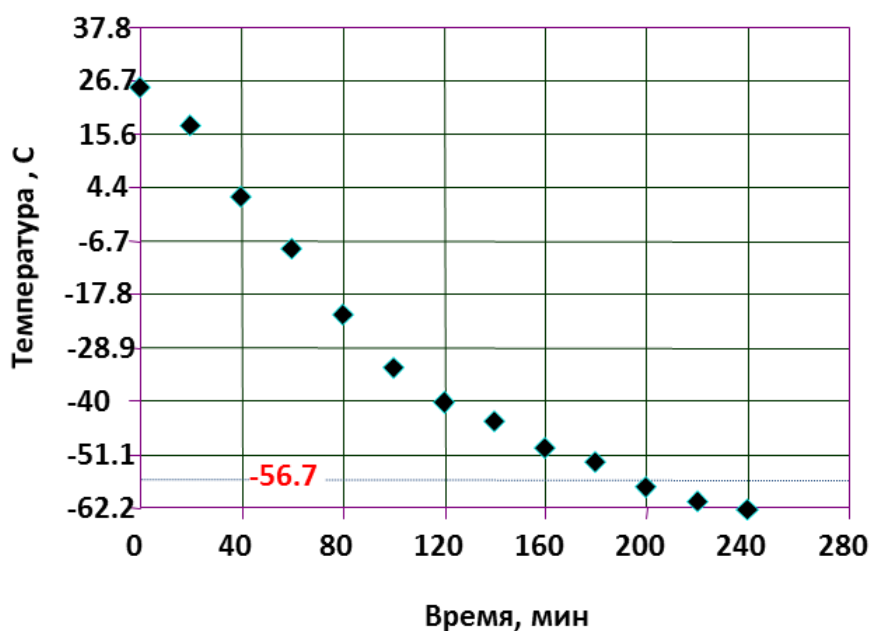


Рис. 38 График заморозки керна во времени

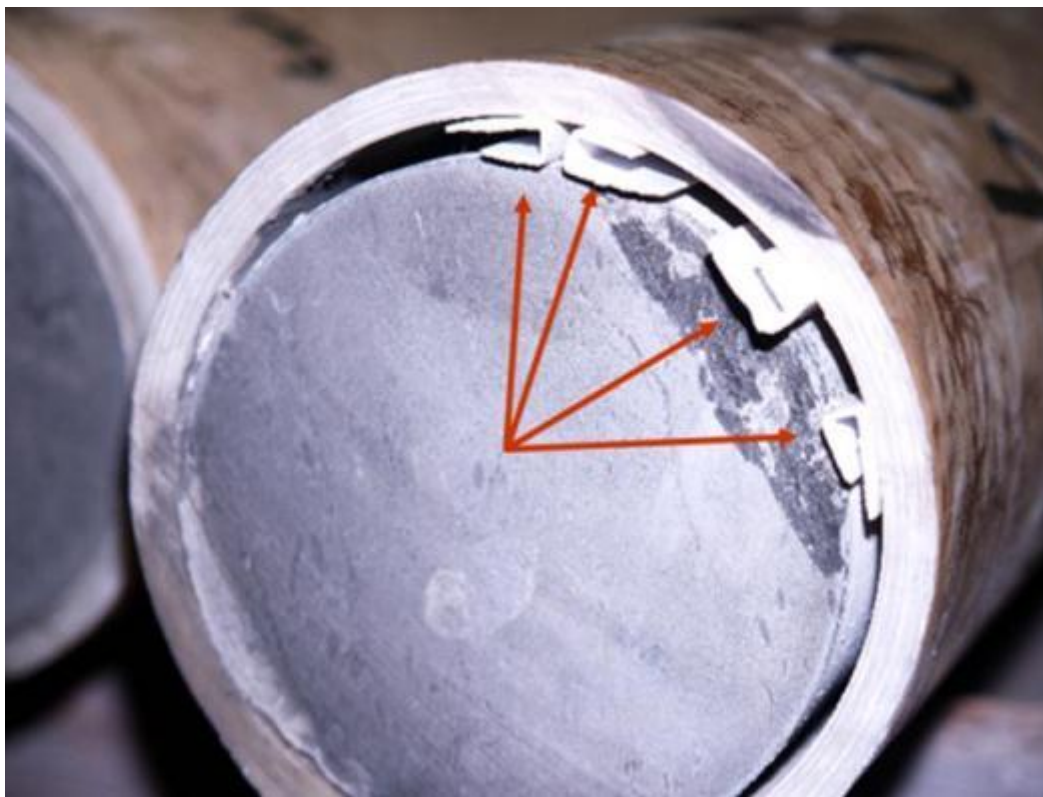
### 6.7. Стабилизация керна без применения закачки жидких агентов и криотехнологий

В случае невозможности применения технологий стабилизации керна на основе применения закачки жидких агентов (пена, смола и гипс), а также криотехнологий для коллекторов 3 и 4 категорий буримости (кавернозно-трещиноватые коллектора, ГП бажено-абалакского комплекса), рекомендуется использование дополнительных



технологий, позволяющих обеспечить сохранность керна при транспортировке керна в испытательный центр (кернохранилище).

Одной из таких технологий является применение специальных расклинивающих клиньев из полихлорвинила (рисунок 39).



**Рис. 39 Клинья из полихлорвинила предотвращают керн от перекатывания внутри трубы (технология «Plastic Strip»)**

## **7. Консервация образцов**

При необходимости оперативного отбора образцов необходимо отпилить от метрового «тубуса» участок необходимой длины, при этом нанести маркировку на получившиеся торцы. Провести консервацию отобранных образцов.

Наиболее распространенным методом консервации является использование метода погружения. Покрытие методом погружения применяется в тех случаях, когда керн не планируется к лабораторному исследованию в течение следующих часов или нескольких дней, и когда материал будет транспортироваться на большие расстояния. Методом погружения можно покрыть и ламинирующие пластиковые упаковки для придания большей механической прочности.

**Внимание:** нельзя погружать незакрытый керн непосредственно в расплавленный воск или парафин.

Перед погружением весь керн должен быть предварительно обернут в термозаклеивающуюся упаковку или полиэтиленовую пленку, алюминиевую фольгу и марлю. На каждом сегменте керна должны быть указаны номер скважины и данные о глубине залегания. Полиэтиленовая пленка нужна, чтобы керн и поровые флюиды напрямую не соприкасались с внешней оболочкой из алюминиевой фольги. При подобном контакте фольга может окислиться и потерять свои защитные свойства



задерживать влагу и кислород. Марля позволяет хорошо удерживать воск и парафин. Метод обертывания и погружения керна должен осуществляться следующим образом:

- а. Подготовьте подогреваемую емкость (рисунок 40) для погружения за несколько часов до консервации керна. Соблюдайте все меры предосторожности. Следуйте рекомендациям производителя при выполнении процедуры погружения. Перегрев погружной емкости может привести к потере эффективности покрытия.



**Рис. 40 Подогреваемая емкость для работы с воском или парафином**

- б. Плотнo оберните керн полиэтиленовой пленкой (лучше всего использовать пищевую пленку), свободные концы пленки скрепите вместе. Чтобы снизить вероятность прокалывания, керн лучше обернуть несколькими слоями пленки высокого качества.
- в. Оберните керн несколькими слоями алюминиевой фольги, свободные концы скрепите вместе. Старайтесь не проколоть алюминиевую обертку. Оберните образец несколькими слоями марли.
- г. Оберните вокруг керна проволоку, чтобы сделать ручку.
- д. Погрузите обернутый в марлю образец керна в расплавленный материал для покрытия. Керн должен быть обильно покрыт расплавленным материалом, рекомендуемая толщина – от 3÷7 мм. Такой слой можно получить путем нескольких погружений, каждый раз давая новому слою немного затвердеть перед следующим погружением. Чтобы слой материала мог затвердеть, рекомендуется подвесить керн за ручку и дать застыть.
- е. Проволочную ручку нужно отрезать вровень с нанесенным покрытием. Кончик отрезанной ручки необходимо дополнительно погрузить в расплавленный материал, чтобы избежать испарения или окисления.
- ж. Материал для покрытия должен обладать определенными характеристиками:
  - Он не должен давать усадку в течение длительного времени.
  - Он не должен вступать в реакцию с нефтью или водой, и не должен содержать кислот, масел, растворителей или любых других жидкостей, которые могут выделиться после затвердевания.
  - После застывания проницаемость по газу, нефти и воде должна быть низкой.
  - Температура плавления должна быть низкой, предпочтительно не выше (93,3°C), и иметь относительно низкую вязкость в расплавленном состоянии. Более высокая температура плавления допускается при минимальном времени погружения керна в материал.

- При перемещении из высокой температуры в условия окружающей среды он должен высыхать до отлипа в течение 5-15 секунд.
- После затвердевания он должен быть прочным, но достаточно гибким – немного эластичным, но с хорошим пределом прочности, и не плавиться при температуре ниже 82,2°C.

Пример законсервированных образцов приведен на рисунке 41.



**Рис. 41 Консервирование керна воском**

### **7.1. Технологии консервации тубусов с полноразмерным керном**

Под сохранением (консервацией) керна понимается процесс, при помощи которого выбуренный керн изолируется от воздействия окружающей среды при подготовке к транспортировке и/или хранению – долгосрочному или краткосрочному. Керн, извлечённый из скважины, содержит пластовые флюиды – нефть, газ или воду – по отдельности или в некотором сочетании. Для того чтобы удержать пластовые флюиды внутри керна и не допустить привнесения внешних веществ, существуют различные методики.

Существуют два типа керноприемников – традиционные внутренние керноприемные трубы многоразового применения и внутренние керноприемные трубы-гильзы. И тот, и другой могут быть выполнены из стекловолокна или алюминия. Гильзы бывают продольно-разъёмные или цельные. Если требуется исследовать керн на буровой площадке, рекомендуется использовать разъёмную гильзу. Если керн предназначен для длительного хранения до лабораторного исследования, т.к. 1 год и более, рекомендуются традиционные керноприемные трубы или цельные гильзы.

В настоящей процедуре описывается сохранение карбонатного керна, отобранного в разъёмных гильзах. Такая процедура может быть также использована для керноприемных труб или цельных гильз с последующей стабилизацией керна внутри таких труб. Также она применима для других консолидированных твёрдых ГП.

Процедура стабилизации / сохранения:

1. Разрежьте длинную керноприемную трубу / гильзу на метровые секции.
2. На каждый торец секции поместите резиновую заглушку. Это защитит керн от выпадения на этапе от пилы до места сохранения.

3. Используя перманентный маркер, разметьте керн, нанеся на него имя скважины, номер керна, секции, глубину верхнего конца, нижнего конца, полосы ориентации (красная справа от другой цветной линии, если смотреть снизу вверх).
4. Позвольте лишней буровой жидкости стечь через отверстие в нижней заглушке.
5. Удалите торцевые заглушки, убедившись, что керн выпадет из трубки.

*Примечание:* Шаги 1-5 являются одинаковыми при использовании разъёмных и цельных контейнеров. В случае использования цельных контейнеров необходимо стабилизировать керн путём вставки стержня или клиньев из полихлорвинила между керном и контейнером. Далее переходите к шагу 14 и продолжайте сохранение керна.

6. Удалите верхнюю половину гильзы, открыв керн.
7. Нанесите отметки ориентации на керн так, чтобы красная полоса была справа (снизу вверх).
8. Соберите необходимые данные на открытом керне, т.е. фотография, описание, отбор образцов.

*Примечание:* Каждый раз, когда керн подвергается влиянию окружающей среды, увеличивается вероятность изменения его влажности. Старайтесь подвергать керн такому воздействию менее 10 – 15 минут.

9. Покройте верхнюю часть керна двойным слоем воздушно-пузырьковой плёнки. Пузырьки должны быть небольшими – приблизительно 1 см в диаметре. Плёнка должна покрывать керн по всей длине и закрывать торцы.
10. Верните на место верхнюю часть трубки, удостоверившись, что ориентация трубки соблюдена.
11. Закройте торцы трубок резиновыми заглушками без отверстий.
12. Используя быстроразъёмные винтовые зажимы, соедините и зафиксируйте верхнюю и нижнюю части трубы. Зажимы следует разместить у торцов, но не на заглушках и в центре.
13. Влагостойкой клейкой лентой оберните трубку на отметке посередине между центральным и боковыми зажимами.
14. Снимите зажимы и торцевые заглушки и только затем нанесите клейкую ленту по линии шва трубы. Допускается обёртывание клейкой лентой с одного конца до другого поверх пузырьковой плёнки на каждом конце керна, чтобы завершить полный оборот.
15. Верните заглушки и примотайте их клейкой лентой к трубе. Добавьте один оборот клейкой ленты в центре трубы.

*Примечание:* Любое обёртывание клейкой лентой производится без вращения керна или трубки.

16. При необходимости, снова нанесите на трубу имя скважины, номер керна и секции и отметки глубины.
17. Оберните всю керноприёмную трубу плёнкой типа Saran (пищевая пленка).

*Примечание:* Допускается постановка керноприемной трубы вертикально для обёртывания, но не допускается её вращение или катание при обмотке. Полностью покройте трубку, включая резиновые заглушки.

18. Оберните всю трубу прочной алюминиевой фольгой. Следуйте тем же указаниям, что и при обмотке пленкой типа Saran.
19. Нанесите по одному кругу клейкой ленты на каждый конец трубы, а также в центре для фиксации алюминиевой фольги.
20. Нанесите отметки верх / низ, имя скважины, номер керна и секции. Вместо ручной разметки можно прикрепить бумажную этикетку.
21. Вставьте завернутую керновую трубу в термостойкий мешок Mylar по самый запечатанный конец мешка. Производить данные действия необходимо осторожно, чтобы не разорвать, не прорезать и не проколоть мешок трубой.

*Примечание:* На мешок Mylar следует заранее нанести разметки (имя скважины, номер керна и секции, верх, низ, глубины и полосы ориентации – красная справа, если смотреть снизу вверх).

22. Технологический манифольд присоединяется к мешку Mylar через заранее проделанное отверстие и закрепляется гайкой с фланцем внутри мешка. Отверстие должно быть расположено приблизительно в 10 см от края мешка.
23. Затем конец мешка Mylar запечатывается при помощи термогерметизатора. Для этого можно использовать термогерметизатор постоянного нагрева (рекомендуется) или импульсный. Осмотрите шов, убедитесь, что он качественный. Шов должен доходить почти до края мешка.
24. Присоедините линии пневмосистемы к манифольду – одну от ёмкости с азотом, другую – от вакуумного насоса. Следует использовать ёмкости с быстроразъёмным соединением. Азотную ёмкость следует отрегулировать при помощи двухэтапного регулятора на +/- 10 psig.
25. Откройте вакуумный клапан. При этом азотный клапан должен быть закрыт.
26. Дождитесь пока вакуум откачает воздух из мешка. Мешок сморщится, не дайте мешку втянуться в отверстие манифольда, расположенное внутри мешка. Создавать вакуум следует не более чем на 1 минуту.
27. Закройте вакуумный клапан и откройте азотный клапан. Дождитесь, пока азот заполнит мешок до момента, пока он не начнёт расширяться, как воздушный шар.
28. Закройте азотный клапан и откройте вакуумный клапан. Подайте вакуум так, чтобы мешок контролируемо сжался, оставив складки вдоль сторон керноприемной трубы. Вакуум следует создавать не более чем на 1 минуту.
29. Расположите термогерметизатор между керноприемной трубой и технологическим манифольдом – близко к манифольду и запечатайте мешок. Убедитесь, что мешок запаян по всей длине.
30. Закройте вакуумный клапан.
31. Используя муфту замкового соединения или канцелярский нож, отрежьте мешок между швом и манифольдом, чтобы отделить манифольд от мешка.



32. Осмотрите сварной шов снаружи, убедитесь, что мешок герметично запечатан. Если это не так, процесс необходимо повторить с использованием нового мешка или путем прокола нового отверстия в мешке, если оставшаяся длина позволяет повторить процесс.
33. Осторожно, чтобы не проткнуть мешок, поместите сохранённую керноприемную рубку в многосекционный контейнер для транспортировки керна и изолируйте его от других керноприемных трубок пенопластом.

Важно! При проведении процедуры требуется чередовать вакуум, подачу азота и снова вакуум. Это необходимо для того, чтобы заменить атмосферный воздух сухим, не окисленным газом. Эрозия образцов ГП происходит в результате окисления и реагирования с водой / водяным паром. Указанный процесс удаляет излишки атмосферного воздуха, содержащего кислород и влагу, но не создаёт депрессии, которая бы выдавила жидкость из керна. Циклическая закачка азота необходима для того, чтобы разбавить весь атмосферный воздух, оставшийся в мешке после первой подачи вакуума. Второй вакуумный цикл удаляет «грязный» азот, а весь оставшийся газ в мешке будет состоять из высокой концентрации азота и природных газов.

При использовании такой процедуры керн можно транспортировать в кернохранилище хранить длительное время – годы – до момента лабораторного исследования. По прибытии в испытательную лабораторию, можно производить КТ керна и исследовать на природную гамма-радиоактивность (ГК керна) прямо в мешке.

## 8. Укладка в ящики, маркировка ящиков

Подготовленные тубусы с керном укладывают в специальные ящики с крышками. Ящик должен содержать ячейки для трехметровых тубусов с керном, если иное не оговорено в ГТЗ. Тубусы должны свободно входить в ящик. После укладки тубусов для минимизации разрушения керна при транспортировке выполняется фиксация труб в ящиках с помощью строительной пены (не менее двух зон с каждой стороны тубуса длиной 5-10 см).

Укладка керна в ящики должна производиться в порядке возрастания глубины, начиная с верхнего левого угла ящика и заканчивая нижним правым. Направление возрастания глубины отобранного керна, при укладке в ящики – всегда слева направо (рисунок 42).



Рис. 42 Пример корректной укладки керна в ящик

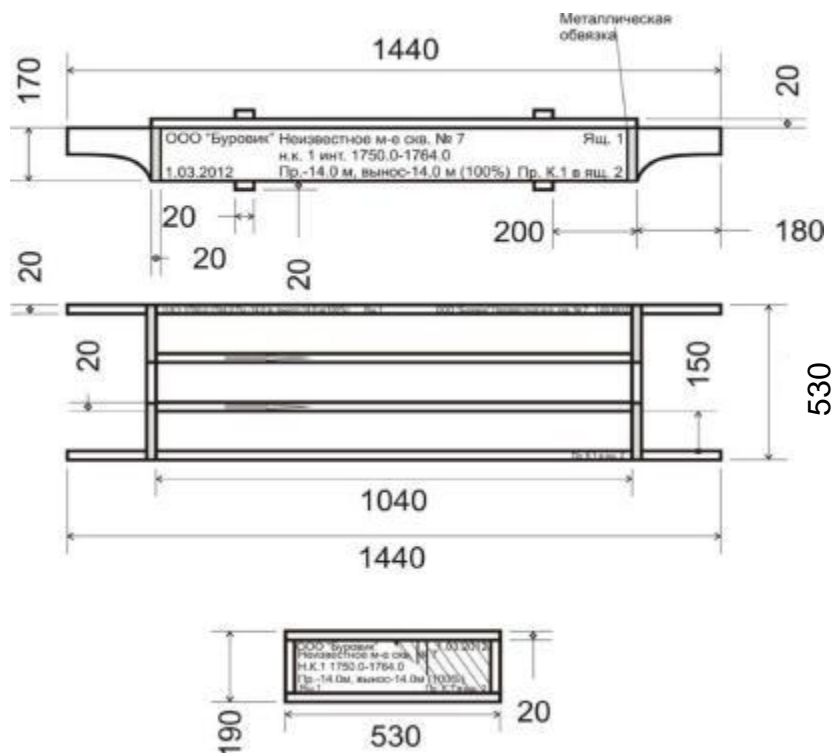
После укладки керна необходимо произвести маркировку ящика. Маркировка производится несмываемым маркером. При этом на торцевой и боковой поверхности ящика указываются: порядковый номер ящика, информация о месторождении, номере скважины, интервале отбора керна, уложенном в ящике (кровля и подошва интервала, вынос керна).

На боковой стороне ящика несмываемой краской пишут название месторождения, номер скважины, интервал отбора и номер ящика.

После укладки керна и установки этикеток ящик закрывают крышкой, крышка фиксируется гвоздями или с помощью специальных защелок. Для крепости торцы ящиков по углам окантовываются металлической полосой. Ящики могут быть как односекционные, так и многосекционные. Количество секций определяется диаметром отбираемого керна, рекомендуется для керна диаметром 130 мм использовать односекционные ящики, для керна диаметром 110 мм двухсекционные, для 100 мм керна трех секционные, для 80 мм керна четырех секционные, для керна диаметром 67 мм пятисекционные. Пример типовых конструкций деревянных ящиков для керна диаметром 100 мм и корректной их маркировки приведен на рисунке 43.

Кроме деревянных ящиков промышленность выпускает пластиковые ящики различной конструкции, которые также допускаются использованию для транспортировки керна.

При работе с неконсолидированным керном необходимо применять специальные виброизоляционные контейнеры (рисунок 44-46).



Конструкция ящика для керна диаметром 100 мм в одноразовых трубах





Рис. 45 Облегченный контейнер для метрового тубуса



Рис. 46 Специализированный транспортный контейнер с виброгасящими вкладками