

# Повышение эффективности бурения и минимизация рисков возникновения аварий при бурении нефтегазовых скважин путем применения циркуляционных переводников

Песин М.В.<sup>1</sup>, Халтурин О.А.<sup>1</sup>, Макаренков Е.С.<sup>1</sup>, Макаров В.Ф.<sup>1</sup>, Сахаутдинов Т.И.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>ПНИПУ, Пермь, Россия, <sup>2</sup>ООО «СК «Буровое оборудование», Пермь, Россия  
m.pesin@mail.ru

## Аннотация

Основой исследования явились нормативно-правовые документы Российской Федерации в области промышленной и экологической безопасности.

Исследуется эффективность применения циркуляционного переводника в качестве профилактической меры по минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций при бурении нефтегазовых скважин на месторождениях Западной Сибири.

В данной статье описана конструкция циркуляционного переводника, которая защищена патентом на полезную модель, описаны устройство и принцип работы переводника, результаты его промышленных испытаний. Исследуется эффективность применения циркуляционного переводника серии DECS ООО «СК «Буровое оборудование» в качестве профилактической меры по минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций при бурении нефтегазовых скважин.

На основе полученных результатов исследований предложено техническое решение для повышения эффективности бурения и минимизации рисков возникновения аварий.

## Материалы и методы

Промышленная безопасность опасных производственных объектов.

## Ключевые слова

нефтяные и газовые скважины, промышленная безопасность, поглощение бурового раствора, циркуляционный переводник

## Благодарность

Работа была подготовлена при поддержке: кафедры «Инновационные технологии машиностроения» механико-технологического факультета ПНИПУ, ГК Ай Ди Эс навигатор, Baker Hughes, Weatherford, ЗАО «ТЕХНОБУРСЕРВИС», ООО «ГЕПС Инжиниринг», ООО «Центр горизонтального бурения».

## Для цитирования

Песин М.В., Халтурин О.А., Макаренков Е.С., Макаров В.Ф., Сахаутдинов Т.И. Повышение эффективности бурения и минимизация рисков возникновения аварий при бурении нефтегазовых скважин путем применения циркуляционных переводников // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 6. С. 72–74. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-6-72-74

Поступила в редакцию: 18.11.2021

## DRILLING

UDC 622.243.92 | Original Paper

## Increasing the efficiency of drilling and minimizing the risk of accidents during drilling of oil and gas wells by using circulation sub

Pesin M.V.<sup>1</sup>, Khalturin O.A.<sup>1</sup>, Makarenkov E.S.<sup>1</sup>, Makarov V.F.<sup>1</sup>, Sakhautdinov T.I.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>PSTU, Perm, Russia, <sup>2</sup>SC "Drilling equipment" LLC, Perm, Russia  
m.pesin@mail.ru

## Abstract

The basis of the study was the regulatory and legal documents of the Russian Federation in the field of industrial and environmental safety.

The effectiveness of the use of a circulation sub as a preventive measure to minimize the risks of emergency situations when drilling oil and gas wells in the fields of Western.

This article describes the design of the circulation sub, which is protected by a patent for a utility model, describes the device and the principle of operation of the translator, the results of its field tests. The effectiveness of the use of the DECS series circulation translator by "SK "Drilling equipment" LLC as a preventive measure to minimize the risks of emergency situations when drilling oil and gas wells is investigated. Based on the obtained research results, a technical solution is proposed to improve drilling efficiency and minimize the risks of accidents.

## Materials and methods

Industrial safety of hazardous production facilities.

## Keywords

oil and gas wells, industrial safety, drilling mud absorption, circulation sub

## For citation

Pesin M.V., Khalturin O.A., Makarenkov E.S., Makarov V.F., Sakhautdinov T.I. Increasing the efficiency of drilling and minimizing the risk of accidents during drilling of oil and gas wells by using circulation sub // Exposition Oil Gas, 2021, issue 6, C. 72–74. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-6-72-74

Received: 18.11.2021

## Введение

Нефтяные и газовые скважины, являясь горнотехническими сооружениями, представляют собой опасные производственные объекты (согласно определению, данному Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1]).

Одним из самых главных рисков для всех вовлеченных в процесс строительства скважин является поглощение бурового раствора. Трещиноватые, кавернозные породы, породы с повышенной проницаемостью — потенциально поглощающие объекты, поэтому подобная проблема актуальна для большинства нефтегазоносных провинций России: в Волго-Уральском регионе (Оренбургская область, Башкортостан), на месторождениях Западной Сибири, в Тимано-Печорском регионе (Республика Коми) и в Восточной Сибири.

Поглощение бурового раствора, сопровождающееся снижением гидростатического давления на стенки скважины, создает благоприятные условия для газонефтеводопроявлений (ГНВП), ведет к осыпям и обвалам горных пород в ствол скважины, что нарушает целостность ствола скважины. Поглощение может привести как к дифференциальному, так и к механическому прихвату инструмента и потере оборудования, к рискам дополнительной работы с хим. реагентами для людей, к существенным затратам времени и средств на преодоление сложившихся ситуаций, а также к гибели людей [3].

ГНВП представляет собой выброс газа/нефти/воды из продуктивного пласта в скважину через устье на поверхность за очень короткое время, способный разрушить устьевое оборудование, основание и мачту буровой установки. Газ и нефть в короткое время воспламеняются и дотла выжигают все на сотни метров вокруг. Буровая установка сгорает в считанные минуты. Выброс разделяется на управляемый (фонтан) и неуправляемый. Управляемый выброс ликвидируется силами бригады, при неуправляемом привлекаются специальные службы МЧС и военные.

Выбросы происходят из-за несоответствия давления столба бурового раствора пластовому, поглощения в несовместимых геологических зонах (верхний пласт проявляет, нижний поглощает), поглощения в очень проницаемом продуктивном горизонте. Обычно самый действенный способ ликвидировать выброс — закачать в скважину на противодавлении большое количество бурового раствора. Плотность раствора при этом должна обеспечивать противодавление пластовому давлению воды/нефти/газа. При одновременном поглощении необходимо использовать наполнители так, чтобы закольматировать проницаемый газоносный горизонт [2].

В отдельных случаях все вышеперечисленные факторы приводят к потере скважины, гибели людей, значительному экологическому ущербу и огромным финансовым затратам на ликвидацию последствий [3].

Борьба с аварийными ситуациями должна осуществляться до момента их появления, то есть на более ранних стадиях, когда затраты на их ликвидацию и опасность для обслуживающего персонала и окружающей среды минимальны.

## Циркуляционный переводник серии DECS

Циркуляционный переводник серии DECS буровой колонны относится к устройствам выборочной подачи текучей среды в ствол скважины. Техническая задача — это

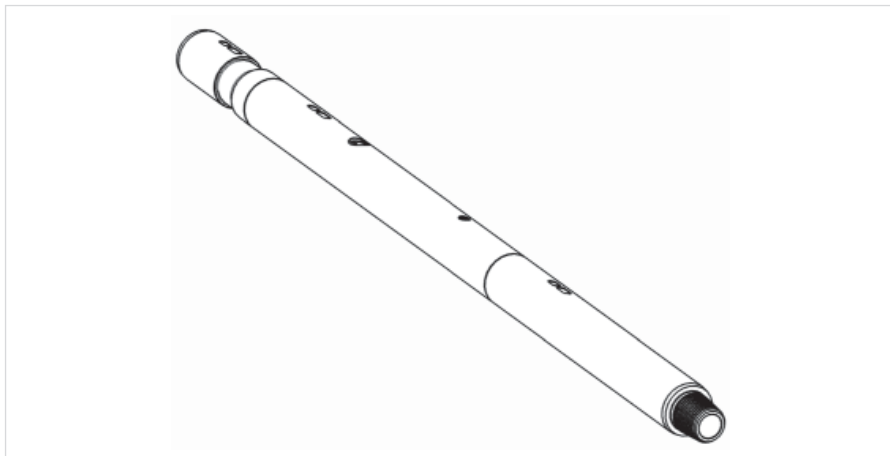


Рис. 1. Циркуляционный переводник буровой колонны  
Fig. 1. Circulating drill string sub

повышение надежности, упрощение управления траекторией подачи текучей среды, снижение гидравлических потерь, улучшение эксплуатационных характеристик и борьба с аварийными ситуациями.

Переводник циркуляционный — циркуляционный клапан — служит для борьбы с поглощениями бурового раствора, позволяет переключать поток жидкости из внутреннего пространства буровой колонны в затрубное при бурении нефтяных и газовых скважин, устанавливается в компоновку низа буровой колонны (КНБК).

Управление режимами работы данных переводников осуществляется без проведения спуско-подъемных операций (СПО) при помощи управляющих шаров, забрасываемых внутрь буровой колонны на поверхности и доставляемых к переводнику потоком бурового раствора.

Данный переводник рекомендован для постоянного включения в КНБК в качестве профилактической меры по минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций и задействуется в следующих случаях:

- закачка всех типов кольматационных и тампонажных материалов в зоны поглощения промывочной жидкости, прокачивание которых через нижележащие элементы КНБК не желательно;
- улучшение очистки ствола скважины путем увеличения расхода промывочной жидкости (в частности при бурении горизонтальных скважин и скважин с большим отходом забоя от вертикали);
- отсечение нижележащей компоновки от попадания окалины и затвердевшего бурового раствора при наращивании буровой колонны;
- кислотные обработки, включая работы по ликвидации аварий, связанных с прихватом бурового инструмента.

Внутри корпуса клапана (1) расположен подпружиненный поршень (2). В исходном состоянии поршень упирается в гайку (3). Поршень имеет седло (4), позволяющее улавливать шар активации и удерживать его от продавливания вниз (по ходу течения промывочной жидкости) с регламентированным усилием (соответствует давлению деактивации).

Для предотвращения попадания управляющих шаров и посторонних предметов в нижележащие элементы (по ходу движения промывочной жидкости), ниже клапана установлен шароуловитель (6). Шароуловитель содержит корзину (7), предусматривающую улавливание и накопление управляющих шаров, при этом обеспечивая проток жидкости через шароуловитель.

## Промысловые испытания

В России на объектах нефтегазовой промышленности Западной Сибири компании, бурившие скважины с использованием циркуляционных переводников серии DECS, неоднократно приводили их в действие для борьбы с поглощением бурового раствора, что позволило им снизить потери бурового раствора и избежать возникновения других осложнений или аварий [3].

Применение циркуляционных переводников также позволило:

- улучшить очистки ствола скважины;
- сохранить нижележащие элементы КНБК от зашламовывания, попадания посторонних предметов, связанных с нарушением правил и ведения работ;
- сохранить нижележащую компоновку при кислотных обработках, связанных с прихватом бурового инструмента.

За одну операцию циркуляционные переводники серии DECS превосходили по числу выполненных циклов все стандартные инструменты, имеющиеся на рынке.

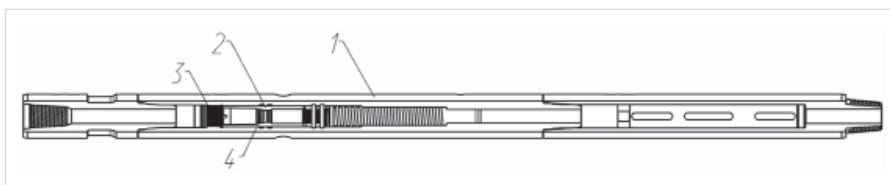


Рис. 2. Циркуляционный переводник буровой колонны: пробки (2 шт.), установленные в радиальные резьбовые отверстия корпуса образуют порты, соединяющие в открытом положении внутритрубное и затрубное пространство  
Fig. 2. Circulating drill string sub: plugs (2 pcs.) installed in the radial threaded holes of the body form ports, connecting the in-pipe and annular spaces in the open position

## Итоги

Предложены решения для поддержания целостности ствола скважины; снижения рисков дифференциального и механического прихвата бурового оборудования; предотвращения человеческих жертв.

## Выводы

К сожалению, на сегодняшний день нет универсального средства для предупреждения или предотвращения поглощения при бурении кавернозных или сильно трещиноватых пластов.

Особой эффективностью и надежностью отличаются технологии бурения с применением специализированного оборудования, а именно использование циркуляционных переводников серии DECS, что является обоснованным и экономически эффективным методом борьбы с поглощениями без опасения зашламовывания и попадания посторонних предметов в нижележащие элементы КНБК, а также для качественной очистки горизонтальных и наклонных участков скважин.

Сейчас многие буровые компании, пытаясь уменьшить расходы, предпочитают сэкономить на дополнительных инструментах в КНБК. Однако стоимость аренды циркуляционного переводника ничтожно мала в свете вероятных потерь бурового раствора, а тем более отягощенных последствий.

## Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
2. Бурение — Осложнения и ликвидация.  
URL: <https://engineering-ru.livejournal.com/439850.html>

Рис. 3. Порты

Fig. 3. Ports

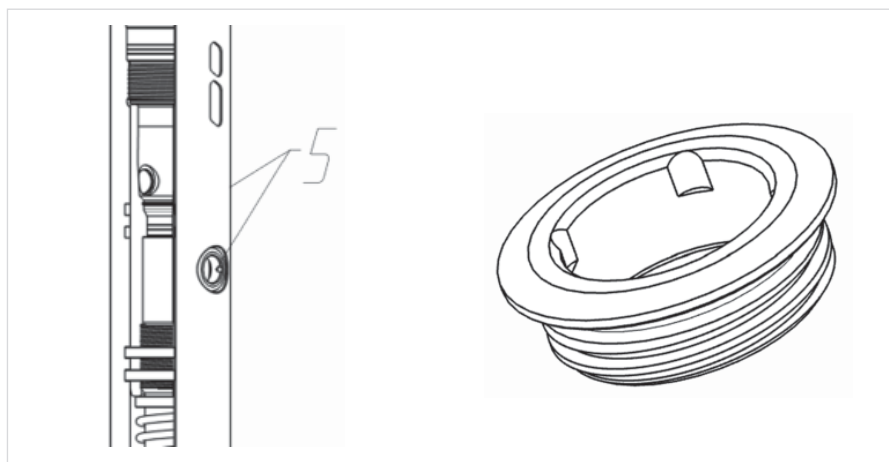
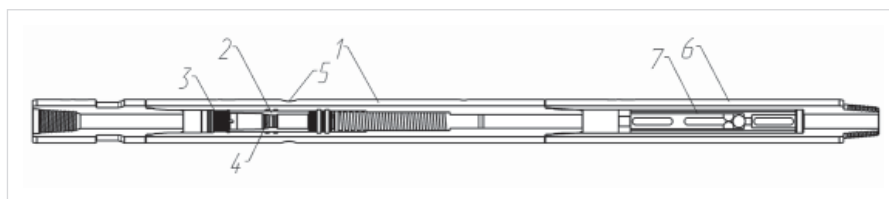


Рис. 4. Шароуловитель

Fig. 4. Ball trap



3. Технология за Круглым Столом: Поглощения бурового раствора.  
URL: <https://rogtecmagazine.com/технология-за-круглым-столом-поглоще/?lang=ru>

3 сентября, 2016. URL: <https://rogtecmagazine.com/технология-за-круглым-столом-поглоще/?lang=ru>

## ENGLISH

### Results

Maintain the integrity of the borehole; reduce the risks of differential and mechanical tack; avoid human casualties.

### Conclusions

Unfortunately, today there is no universal means to prevent or prevent absorption when drilling cavernous or highly fractured formations. According to the results of the study, the use of circulation sub of the

DECS series at the facilities of the oil and gas industry in Western Siberia showed an increase in the technical and economic indicators of drilling and minimized the risks of accidents during the construction of wells. Now many drilling companies, trying to reduce costs, prefer to save on additional tools in the directional-drilling assembly (DDA). However, the cost of renting a circulation translator is negligible in light of the likely losses of drilling mud, and even more so the burdened consequences.

### References

1. Federal Law «On industrial safety of hazardous production facilities» dated 21.07.1997 N 116-FZ.

2. Drilling-Complications and liquidation.  
URL: <https://engineering-ru.livejournal.com/439850.html>
3. Technology at the Round Table: drilling

mud Absorption. September 3, 2016. URL: <https://rogtecmagazine.com/технология-за-круглым-столом-поглоще/?lang=ru>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Песин Михаил Владимирович**, д.т.н., профессор, декан механико-технологического факультета ПНИПУ, Пермь, Россия  
Для контактов: [m.pesin@mail.ru](mailto:m.pesin@mail.ru)

**Макаренков Евгений Сергеевич**, аспирант кафедры «Инновационные технологии машиностроения», ПНИПУ, Пермь, Россия

**Макаров Владимир Федорович**, д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой «Инновационные технологии машиностроения» механико-технологического факультета, ПНИПУ, Пермь, Россия

**Сахаутдинов Тимур Ильдусович**, аспирант кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ПНИПУ, главный инженер ООО «СК «Буровое оборудование», Пермь, Россия

**Pesin Mikhail Vladimirovich**, doctor of technical sciences, professor, dean of the faculty of mechanics and technology of PSTU, Perm, Russia  
Corresponding author: [m.pesin@mail.ru](mailto:m.pesin@mail.ru)

**Makarenkov Evgeniy Sergeevich**, postgraduate student of the department of innovative technologies of mechanical engineering, faculty of mechanics and technology, PSTU, Perm, Russia

**Makarov Vladimir Fedorovich**, doctor of technical sciences, professor, deputy head of the department of innovative technologies of mechanical engineering, faculty of mechanics and technology, PSTU, Perm, Russia

**Sakhautdinov Timur Ildusovich**, postgraduate student of the department of innovative technologies of mechanical engineering of PSTU, chief engineer of "SC "Drilling equipment" LLC, Perm, Russia