

История и совершенствование техники и технологий

УДК 628.4.02

Т.Н. Иванова, С.А. Красноперова

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БУРЕНИЯ НЕДР

Аннотация. В данной статье освещены некоторые принципы развития техносферы, начиная с истории возникновения бурения. Рассмотрены истоки возникновения технологий бурения от палеолита до настоящего времени, теория создания инструментов и приспособлений при бурении. Дана информация по первому бурению скважин в России, Китае, Америке. Проведено сравнение между понятиями сверление и бурение, даны сравнительные характеристики по проходкам и глубинам скважин во всем мире. Подробно рассмотрены технология бурения, бурильные станки от истоков до бурного развития в XIX веке. Представлена практика вращательного роторного бурения с промывкой скважины, турбинным способом бурения, внедрения электродвигателя и забойного двигателя. Создание турбинного наклонно-направленного бурения положило начало внедрению наклонного турбобурения, ставшего основным методом направленного бурения в СССР и получившего широкое применение за рубежом. Доказана необходимость современного бурения сверхглубоких скважин. Выявлены последствия развития и совершенствования технологий бурения на окружающую среду и определены задачи по их решению.

Ключевые слова: бурение, бурильные инструменты, скважина, глубина скважины.

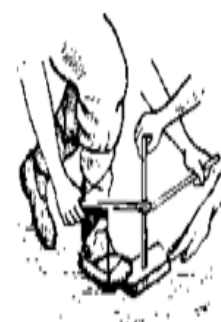
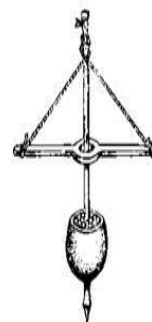
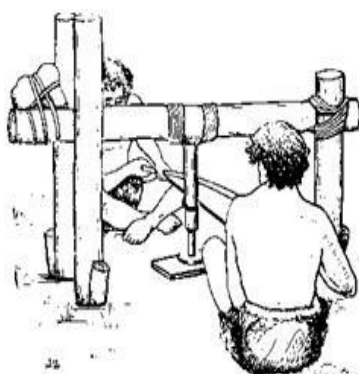
Для цитирования: Иванова Т.Н., Красноперова С.А. Развитие технологий бурения недр // Управление техносферой: электрон. журнал. 2019. Т.2. Вып. 1. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

Благодаря развитию технологий производства и промышленности, в том числе и бурения скважин нефти и газа, исторически сложилась особая реальность – техносфера, охватывающая значительную часть биосферы, определяющая существование современного человека [1, 2]. Техносфера принесла в окружающий мир множество техногенных объектов, не свойственных природной среде.

В нашей статье мы освещаем некоторые принципы развития техносферы, начиная с истории возникновения бурения и до наших дней [3]. Бурение скважин непосредственно связано с изучением геологического строения недр изученных стран. Предполагается, что предпосылки к бурению возникли еще в позднем палеолите. К этому времени человек уже освоил технику ударной обработки камня кремниевым ножом, затем, соединив резание с одновременным

вращением, получил более производительную обработку – сверление. Первое сверло в виде деревянной палки с заостренным камнем на конце позволяло сверлить плиты из известняка. Уже в те времена были выявлены технические особенности сверления: наиболее эффективно работают пустотелые сверла с тонкими, но прочными стенками; коническое отверстие в камне говорит о большом наружном износе сверла.

Процесс сверления постепенно изменялся и совершенствовался, появились сверлильные снаряды с ручным приводом [4]. Первоначально сверло вращали ладонями, чуть позже стали применять ремень, накинутый петлей вокруг сверла. Это прототип первого ручного бур-сверла с ременным приводом, затем появился коловорот (рис. 1 а, б).



а) Первые схемы бурения. Палеолит. б) Сверлильные снаряды древности

Особенности древних конструкций – это использование *реверсивного вращения* сверла с помощью лука. Смена вращения позволяла улучшить качество просверленного отверстия. Удивительно, но этот полезный в бурении прием почти не используется в современной технике [5].

В Древнем Египте вращательное бурение (сверление) применялось при строительстве пирамид около 7000 лет назад, а сверлением изготовляли сосуды из камня. Сверло вращалось коловоротом. Подвеска груза создавала давление на сверло, состоящее из нескольких мешков с песком. Для операции рассверливания применялись сменные буры-полумесяцы, изготовленные из

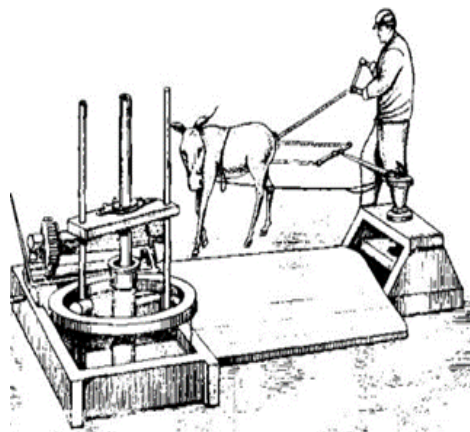
кремния. Их крепили в пропилене на конце стержня.

Бурение и сверление относятся к одному роду операций. За рубежом между понятиями «бурение» и «сверление» практически нет различий. Например, английское *drilling* или немецкое *bohren* означают как бурение, так и сверление. В русском языке эти понятия различаются: сверление применяют для получения отверстия в любом материале, бурение означает получение отверстия – скважины в каменной либо грунтовой основе.

История бурения и технические достижения в этой области свидетельствуют о том, что египтяне бурили «колонковые скважины» еще за 3000 лет до н. э. Более 2000 лет назад египтяне и китайцы уже бурили многочисленные «глубокие» скважины: так, скважина Иосифа в Каире имеет глубину 88 м.

Первые сообщения о китайских скважинах для добычи воды и соляных рассолов содержатся в работах философа Конфуция, написанных около 600 г. до н.э. Бурение скважин на земле зародилось в Китае в 3 – 4 веке до н.э. Технология древнекитайского бурения не имеет общих черт со сверлением. Китайцы бурили без вращения. Инструмент подвешивался на канате и углублялся в породу за счет силы удара. Много позже такое бурение назвали **ударно-канатное**, оно существует и поныне. Ударно-канатное бурение давало хорошие результаты, в то время как о вращательном бурении забыли до времен Леонардо да Винчи. Скважины достигали глубины 500 м. Этот рекорд был обойден только в XIX в. Иногда при бурении китайцы натыкались на нефть и газ. Так в 221... 263 гг. н.э. в Сычуане из скважин глубиной 240 м добывали газ, который использовался для выпаривания соли.

Эволюция китайских буровых приспособлений того времени привели к зарождению более сложных установок, где использовалась сила животных (рис. 2). Из бамбука изготавливались опоры буровой вышки, инструменты, трубы и даже буровое долото.



На устье скважины клали каменную плиту с отверстием. Глубина рекордной скважины того времени достигала 1200 м.

В Китае свыше 2 тыс. лет назад впервые в мировой практике вручную бурились скважины диаметром 12 – 15 см и глубиной до 900 м для добычи соляных растворов. Скорость бурения не

Рис. 2. Первые схемы бурения превышала 0,6 – 1,2 м в сутки. На бурильные трубы, буровую вышку, балансир и другие устройства шел бамбук. «Мощность» обеспечивалась трудом волов. Буровой инструмент (долото и бамбуковые штанги) опускался в скважину на канатах толщиной 1-4 см, свитых из индийского тростника.

Российская история бурения зародилась в районе Усоля 11 – 12 в. Техника бурения была своей, отличительной от китайской. Скважины бурили для получения рассолов. В то время была создана собственная ремесленная терминология, самобытная и не подверженная иноземному влиянию. Глубина соляных скважин превышала 100 м при диаметре до 1 м. Даже сегодня бурение таких стволов дело непростое. Добыча соляного раствора велась через деревянные рассолоподъемные трубы, которые имели конструкцию из трех ступеней: верхняя называлась – матицей, вторая – обсадной, третья – веслой. Вначале матицы делали из цельных стволов с выбранной серединой. Затем они набирались из брусков, скрепленных просмоленным холстом, а позже – железными оковами.

Стенки скважин часто обваливались, поэтому для их крепления использовались или полые стволы деревьев, или трубы, сплетенные из ивовой коры. В конце XIX в. стенки скважин стали крепить железными трубами. Их гнули из листового железа и склепывали. При углублении скважины трубы продвигали вслед за буровым инструментом (долотом); для этого их делали меньшего диаметра, чем предшествующие. Позднее эти трубы стали называть

обсадными. Конструкция их со временем была усовершенствована: вместо клепанных они стали цельнотянутыми с резьбой на концах.

В г. Тотма Вологодской области в 60-х годах XIX в. было найдено первое рукописное руководство по бурению скважин от 16 в. Оно имело название «Роспись как зачать новую трубу на новом месте». По записям той рукописи был составлен уникальный словарь старорусских буровых слов, содержащий 128 названий. Буровиков тогда называли трубными мастерами, а скважины – трубами [5, 6].

Бурить рассолоподъемную скважину было дорого, долго и тяжело. Подобные работы тогда были не по силам одному владельцу. Поэтому права на откуп земли и бурение скважин давались грамотой от царя.

Для водоснабжения в России в XVI – XVII в. применялось бурение. На Урале в то время были популярны специалисты из Германии. Они разрабатывали свои технологии и способствовали вытеснению русской терминологии. Считается, что тогда в русскую речь вошли определения «борование – бурование – бурение».

Первые упоминания о применении бурения для поисков нефти относятся к 30-м годам XIX века. На Тамани, прежде чем рыть нефтяные колодцы, производили предварительную разведку буравом.

В декабре 1844 г. член Совета Главного Управления Закавказского края В.Н. Семенов направил своему руководству рапорт, где писал о необходимости «... углубления посредством бура некоторых колодцев ... и произведения вновь разведки на нефть также посредством бура между балаханскими, байбатскими и кабристанскими колодцами». Как признавал сам В.Н. Семенов, эту идею подсказал ему управляющий бакинских и ширванских нефтяных и соляных промыслов горный инженер Н.И. Воскобойников. В 1846 г. министерство финансов выделило необходимые средства, и были начаты буровые работы. О результатах бурения говорится в докладной записке наместника Кавказа графа Воронцова от 14 июля 1848 г.: «... на Биби-Эйбате пробурена скважина, в

которой найдена нефть». Это была первая нефтяная скважина в мире.

В 1846 г. французский инженер Фовель предложил способ непрерывной очистки скважин – их промывку. Сущность метода заключалась в том, что с поверхности земли по полым трубам в скважину насосами закачивалась вода, выносящая кусочки породы наверх. Этот метод очень быстро получил признание, т.к. не требовал остановки бурения.

Развитие методов и техники бурения в России начинается с XIX в. в связи с необходимостью снабжения крупных городов питьевой водой. В 1831 г. в Одессе было образовано «Общество артезианских фонтанов» и пробурены 4 скважины глубиной от 36 до 189 м. В 1831 – 1832 г.г. бурили скважины в Петербурге (на Выборгской стороне), в 1833 г. в Царском Селе, в Симферополе и Керчи, в 1834 г. в Тамбове, Казани и Евпатории, в 1836 г. в Астрахани. В 1844 г. была заложена первая буровая скважина для артезианской воды в Киеве. В Москве первая артезианская скважина глубиной 458 м пробурена на Яузском бульваре в 1876 г.

В России долгое время считалось, что первая нефтяная скважина была пробурена в 1864 г. на Кубани на берегу р. Кудако под руководством полковника А.Н. Новосильцева. Поэтому в 1964 г. у нас в стране торжественно отметили 100-летие отечественной нефтяной промышленности и с тех пор каждый год отмечают «День работника нефтяной и газовой промышленности».

Первая буровая скважина в США пробурена для добычи соляного раствора близ Чарлстона в Западной Виргинии в 1806 г. Первая нефтяная скважина была пробурена в США случайно в 1826 г. близ Бернсвилла в Кентукки при поисках рассолов. Первую скважину на нефть заложил в 1859 г. американец Дрейк близ г. Тайтесвилла в Пенсильвании. 29 августа 1859 г. нефть была встречена на глубине 71 фута (около 20 м), что положило начало нефтяной промышленности США.

Многие страны связывают рождение своей нефтяной промышленности с бурением первой скважины, давшей промышленную нефть. Так, в Румынии

отсчет ведется с 1857 г., в Канаде – с 1858 г., в Венесуэле – с 1863 г.

Число пробуренных скважин на нефтяных промыслах в конце XIX века стремительно росло. Так в Баку в 1873 г. их было 17, в 1885 г. – 165, в 1890 г. – 356, в 1895 г. – 604, то к 1901 г. – 1740. Одновременно значительно возросла глубина нефтяных скважин. Если в 1872 г. она составляла 55...65 м, то в 1883 г. – 105... 125 м, а к концу XIX в. достигла 425...530 м.

Технические усовершенствования бурения в 1834 г. открываются предложением немецкого инженера Эйгаузена применять так называемые ножницы (сдвигавшаяся пара звеньев при штанговом бурении). Идея сбрасывать соединенное со штангами долото привела к изобретению во Франции Киндом (1844 г.) и Фабианом (1849 г.) свободно падающего бурового инструмента («фрейфала»). Этот способ получил название «немецкий».

В 1846 г. французский инженер Фовель сделал сообщение о новом способе очистки буровых скважин водяной струей, подаваемой насосом с поверхности в полу штангу. Первый успешный опыт бурения с промывкой проведён Фовелем в Перпиньяне (Франция).

В 1859 г. Романовский Г.Д. впервые механизировал работы, применив паровой двигатель для бурения скважины вблизи Подольска. На нефтяных промыслах Баку первые паровые машины появились в 1873 г., а через 10 лет почти повсеместно они заменили конную тягу. При бурении скважин на нефть на первом этапе получил развитие ударный способ (бурение штанговое, канатное, быстроударное с промывкой забоя). В конце 80-х гг. XIX века в Новом Орлеане в Луизиане (США) внедряется роторное бурение на нефть с применением лопастных долот и промывкой глинистым раствором.

Началом геологоразведочного бурения можно считать конец XIX века. В 1862 году в Альпах при проходке туннеля в твердых горных породах по предложению швейцарского часовщика Лешо было применено первое алмазное бурение. Бурение (шпуров) велось коронкой диаметром 42 мм с крупными и очень дорогими алмазами «Карбонадо», с получением керна диаметром 31 мм,

станком вращательного бурения с ручным приводом.

В 1864 году был изготовлен станок с приводом от парового двигателя. С 1870 года стали выпускать буровые станки для алмазного бурения с приводным паровым двигателем мощностью в 5 – 7 л.с. и с частотой вращения более 360 об/мин. В конце XIX века (1878 год) происходит широкое внедрение геологоразведочного бурения – создаются станки вращательного бурения: Сулливан – с гидравлической подачей, станки Крелиус с ручной рычажной подачей - практичные и способные бурить скважины до 1000 метров (последние - основные станки разведочного бурения вплоть до 50 годов прошлого века и в нашей стране).

В 1899 г. в дополнение к дорогому алмазному бурению американский инженер Дэвис предложил дробовое бурение.

В 1901 г. польский инженер Вольский сконструировал быстроударный забойный гидравлический двигатель (таран Вольского), который получил промышленное применение и явился прототипом современных забойных гидроударников.

В 1915 г. германский инженер Лемм предлагает твердосплавное бурение (использовался твердый сплав – литой карбид вольфрама – воломит).

В России в конце XIX века началось геологоразведочное бурение на Урале, в Рудном Алтае, в Донбассе. Применялись станки Сулливан, Крелиус. В 1900 году буровой станок сконструировал русский инженер Войслав.

Вращательное роторное бурение с промывкой впервые применили в 1902 году в г. Грозном для бурения скважины на нефть глубиной 345 м.

В Сураханах (Баку) на территории завода Кокорева в 1901 г. заложена скважина для добычи газа. Через год с глубины 207 м был получен газ, использовавшийся для отопления завода.

В 1901 г. на Бакинских нефтепромыслах появились первые электродвигатели, заменившие паровые машины при бурении. В 1907 г. пройдена скважина вращательным бурением сплошным забоем с промывкой

глинистым раствором.

Впервые автомат для регулирования подачи инструмента при роторном бурении был предложен в 1924 г. Хилдом (США). В начале XX в. в США разработан метод наклонного роторного бурения с долотами малого диаметра для забуривания с последующим расширением скважин.

В 70-х гг. XIX в. появились предложения по созданию забойных двигателей, то есть размещению двигателя непосредственно над буровым долотом у забоя буримой скважины. Созданием забойного двигателя занимались крупнейшие специалисты во многих странах, проектируя его на принципе получения энергии от гидравлического потока, позднее на принципе использования электрической энергии. В 1873 г. американский инженер Х.Г. Кросс запатентовал инструмент с гидравлической одноступенчатой турбиной для бурения скважин. В 1883 г. Дж. Вестингауз (США) сконструировал турбинный забойный двигатель. Эти изобретения не были реализованы, и проблема считалась неосуществимой. В 1890 г. бакинский инженер К.Г. Симченко запатентовал ротационный гидравлический забойный двигатель.

Впервые в мировой практике М.А. Капелюшниковым, С.М. Волохом и Н.А. Корневым запатентован (1922 г.) турбобур, примененный двумя годами позже для бурения в Сураханах. Этот турбобур был выполнен на базе одноступенчатой турбины и многоярусного планетарного редуктора. Турбобуры такой конструкции применялись при бурении нефтяных скважин до 1934 г. В 1935 – 1939 г.г. П.П. Шумилов, Р.А. Иоаннесян, Э. И. Тагиев и М.Т. Гусман разработали и запатентовали более совершенную конструкцию многоступенчатого безредукторного турбобура, благодаря которому турбинный способ бурения стал основным в СССР. Совершенствование турбинного бурения осуществляется за счёт создания секционных турбобуров с пониженной частотой вращения и увеличенным вращающим моментом.

В 1899 г. в России был запатентован электробур на канате. В 30-х гг. 19 века в США прошел промышленные испытания электробур с якорем для

восприятия реактивного момента, опускавшийся в скважину на кабеле-канате. В 1936 г. впервые в СССР Квитнером и Н.В. Александровым разработана конструкция электробура с редуктором, а в 1938 г. А.П. Островским и Н.В. Александровым создан электробур, долото которого приводится во вращение погружным электродвигателем. В 1940 г. в Баку электробуром пробурена первая скважина.

В 1951 – 1952 г.г. в Башкирии при бурении нефтяной скважины по предложению А.А. Минина, А.А. Погарского и К.А. Чифранова впервые применили электробур знакопеременного вращения для гашения реактивного момента, опускаемый на гибком электрокабеле - канате. В конце 60-х гг. XX века в СССР значительно усовершенствована конструкция электробура: повышена надёжность, улучшен токопровод.

Появление наклонного бурения относится к 1894 г., когда С.Г. Войслав провел этим способом скважину на воду близ Брянска. Успешная проходка скважины в Бухте Ильича (Баку) по предложению Р.А. Иоаннесяна, П.П. Шумилова, Э.И. Тагиева, М.Т. Гусмана (1941г.) турбинным наклонно-направленным бурением положила начало внедрению наклонного турбобурения, ставшего основным методом направленного бурения в СССР и получившего применение за рубежом. В 1938 – 1941 г.г. в СССР разработаны основы теории непрерывного наклонного регулируемого турбинного бурения при неподвижной колонне бурильных труб. Этот метод стал основным при бурении наклонных скважин в СССР и за рубежом.

В 1941 г. Н.С. Тимофеев предложил в устойчивых породах применять так называемое многозабойное бурение.

В 1897 г. в Тихом океане, в районе о. Сомерленд (Калифорния, США), впервые было осуществлено бурение на море. В 1924 – 1925 г.г. в СССР вблизи бухты Ильича на искусственно созданном островке вращательным способом была пробурена первая морская скважина, давшая нефть с глубины 461 м. В 1934 г. Н.С. Тимофеевым осуществлено на острове Артема в Каспийском море

кустовое бурение, при котором несколько скважин бурятся с общей площадки, а в 1935 г. там же сооружено первое морское металлическое основание для бурения в море. С 50-х гг. XX в. применяется бурение для добычи нефти и газа со дна моря. Созданы эстакады, плавающие буровые установки с затапливаемыми понтонами, специальные буровые суда, разработаны методы динамической стабилизации буровых установок при бурении на больших глубинах.

Основной метод бурения артезианских скважин и бурение на нефть и газ в СССР (1970 г.) – турбобурами (76% метража пробуренных скважин), электробурами пройдено 1,5% метража, остальное роторным бурением. В США преимущественно распространение получило роторное бурение; в конце 60-х гг. при проведении наклонно-направленных скважин начали применяться турбобуры. В странах Западной Европы турбобуры применяются в наклонном бурении и при бурении вертикальных скважин алмазными долотами. С 60-х гг. XX века в СССР возросли скорости и глубина бурения на нефть и газ. Так, например, в Татарии скважины, бурящиеся долотом диаметром 214 мм на глубину 1800 м, проходятся в среднем за 12 – 14 дней, рекордный результат в этом районе 8 – 9 дней. За 1963 – 1969 г.г. в СССР средняя глубина эксплуатационных нефтяных и газовых скважин возросла с 1627 до 1710 м.

В 1970 г. созданы безредукторные турбобуры, позволяющие осуществить оптимизацию режимов бурения шарошечными долотами в диапазоне наиболее эффективных оборотов (от 150 до 400 в мин) и использовать долота с перепадом давлений в насадках до 10 МН/м^2 (100 атм) вместо 1- $1,5 \text{ МН/м}^2$ (10 – 15 атм). Создаются турбобуры с высокой частотой вращения (800 - 1000 об/мин) для бурения алмазными долотами, обеспечивающими при глубоком бурении многократное увеличение проходки и механической скорости бурения за рейс (полное время работы долота в скважине до его подъема на поверхность).

Самые глубокие скважины в мире – 7-8 км пробурены в 60-е гг. XX века (США). Семитысячный рубеж был пройден в 1958 г. скважиной Юниверсити

ЕЕ-1 (США) – глубина 7782 м. Рекорд держался 12 лет и был побит в 1970 г. скважиной 1-СЛ-5407 в штате Луизиана – 7803 м. Затем в 1972 г. в штате Техас была достигнута глубина 8687 м, а в 1973 г. пробурена скважина 1-Бейден в штате Оклахома – 9159 м, в 1974 г. там же достигнута глубина 9583 м на скважине «Берта Роджерс».

В сверхглубоких скважинах «Берта Роджерс», первой перешагнувшая 9,5-километровый рубеж, была разведочная скважина. Для ее проходки специалисты использовали мощную буровую установку грузоподъемностью 1000 тонн, высвободившуюся после строительства пусковых ракетных шахт. Неограниченный запас мощности позволял буровикам-проходчикам штурмовать недра классическим буровым методом: вращать 9-километровую колонну стальных труб сверхмощным ротором, находящимся на земной поверхности, и вырывать эту колонну из недр, используя исполинскую силу лебедек. Но даже такое – сверхмощное, сверхтяжелое и сверхпрочное – буровое оборудование не смогло противостоять повышенному пластовому давлению. На глубине 9583 м недра вытолкнули буровой инструмент с забоя – бурение пришлось прекратить из-за прорыва расплавленной серы из потревоженных пластов. Этот результат долго держался как рекордный.

В СССР в районе г. Баку пробурена скважина на глубину 6,7 км и в Прикаспийской низменности (район Аралсор) на глубину 6,8 км. Эти скважины пройдены в целях разведки на нефть и газ.

Работы по сверхглубокому бурению для изучения коры и верхней мантии Земли ведутся по международной программе «Верхняя мантия Земли». В СССР по этой программе намечалось пробурить в 5 районах ряд скважин глубиной до 15 км. В нашей стране две сверхглубокие скважины: СГ-3 на Кольском полуострове (заложена в 1970 г.) и Саатлинская в Азербайджане (заложена в 1977 г.). Кольская скважина 6 июня 1979 г. побила рекорд глубины бурения. Эта скважина проходила методом турбинного бурения. Проектная глубина Кольской скважины – 15 км, Саатлинской – 11 км [5, 6].

В настоящее время развиваются, но пока не находят широкого промышленного применения немеханические способы бурения с использованием физико-химических методов разрушения горных пород без непосредственного контакта источника воздействия с породой. К ним относятся термические, взрывные, электрические, лазерное. Данные методы бурения находится в стадии исследовательских и конструкторских разработок.

Сегодняшний день бурения:

- это разработка новых конструкций низа бурильной колонны, позволяющие бурить в сложных геологических условиях с минимальным искривлением ствола скважины;
- работы по химической обработке промывочных растворов для облегчения и повышения безопасности процесса бурения;
- конструирование турбины с наклонной линией давления, позволяющей получить информацию о режиме работы турбобура на забое скважины и автоматизировать процесс бурения;
- совершенствование механических способов бурения и изыскание новых;
- совершенствование бурильных машин за счет увеличения параметров нагрузки на инструмент, механизации и автоматизации вспомогательных операций.

Не стоит забывать, что развивающиеся технологии бурения вызывают глубокие преобразования природных объектов земной коры на больших глубинах – до 10-12 тыс. м. В процессе нефтегазодобычи осуществляются широкомасштабные и весьма существенные воздействия на пласты (нефтяные, газовые, водоносные и др.), что приводит к значительному снижению пластового давления, то есть давления пластового флюида – нефти, газа, воды. Тем самым нарушается равновесие литосферы, т.е. нарушается геологическая среда.

Выводы

Развитие техники и технологий бурения привело к увеличению

механизации и поступлению значительного множества техногенных объектов в окружающий мир, не свойственных природной среде, в результате чего сформировалась неотъемлемая часть биосферы – техносфера [7, 8]. Дальнейший технический прогресс приведет к увеличению числа разведочных и эксплуатационных скважин, а также объемов добычи полезных ископаемых, что в конечном итоге приведет к нарушению экологического равновесия. Поэтому совершенствование технических изобретений в области бурения и не только должно развиваться в настоящее время при использовании системного подхода и конвергенции наук, позволяющих моделировать, конструировать и создать новые технологии, которые впишутся в органику природных процессов, не нарушая ее целостности и естественного хода эволюции [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин А.Н., Данилова И.Ю. Техносфера как основание современной жизни // Управление техносферой. 2018. Т. 1. Вып. 2. С. 133–143. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>
2. Липаев А.А. Материальное обеспечение построения техносферы и экология // Управление техносферой. 2018. Т 1. Вып. 1. С. 4–16. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>
3. Иванова Т.Н., Сафронов С.И. Бурение в Удмуртии: от истоков до современности // Управление техносферой: электрон. журнал. 2018. Т.1. Вып. 3. С. 350 – 361. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>
4. Кострин К. В. Человек соревнуется с природой. Уфа.: Башкнигоиздат, 1975. 183 с.
5. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для ВУЗов. Издание второе, дополненное и исправленное: Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. 544 с.
6. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела: Учебник для вузов. Москва – Ижевск, Институт компьютерных исследований, УдГУ, 2004. 727с.
7. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. №1-2, 2011. С. 64 – 74.
8. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцинина Е.Б. Конвергенция наук и технологий – новый этап научно-технического развития. // Вопросы философии. №3, 2013. С. 1 – 16. URL: <http://www.nrcki.ru/files/pdf/1461575670> (дата обращения: 15.12.2018).
9. Красноперова С.А. Техносфера и экология: развитие и проблемы // Конвергенция в сфере

научной деятельности: проблемы, возможности, перспективы: материалы Всероссийской научной конференции / отв. ред. А.М. Макаров. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2018. С. 36 – 38 с.

Поступила в редакцию 20.12.2018

Сведения об авторах

Иванова Татьяна Николаевна, д.т.н., профессор,
Удмуртский государственный университет
426034, ул. Университетская, 1/7, г. Ижевск, Россия
E-mail: itn-nf@udsu.ru

Красноперова Светлана Анатольевна
к.б.н., доцент, доцент кафедры геологии нефти и газа
Удмуртский государственный университет
426034, ул. Университетская, 1/7, г. Ижевск, Россия
E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

T. N. Ivanova, S. A. Krasnoperova

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF DRILLING DEPTHS

Annotation. This article highlights some of the principles of the technosphere, since the history of drilling. Considered the origins of drilling technologies from the Paleolithic to the present time, the theory of tools and devices in drilling. Given information on the first drilling in Russia, China, America. A comparison between the concepts of drilling and drilling, given the comparative characteristics of the penetrations and depths of wells around the world. Drilling technology, drilling machines from the origins to the rapid development in the XIX century are considered in detail. Presented practice rotational rotary drilling with flushing of the borehole, the turbine method of drilling, the introduction of the electric motor and the downhole motor. Creation of turbine directional drilling marked the beginning of the introduction of inclined turbodrilling, which became the main method of directional drilling in the USSR and has been widely used abroad. The necessity of modern drilling of ultra-deep wells is proved. The consequences of the development and improvement of drilling technologies on the environment are identified and the tasks to solve them are defined.

Keywords: drilling, drilling tools, well, well depth.

For citation: Ivanova T. N., Krasnoperova S. A. [The development of technologies of drilling depths]. *Upravlenie texnosferoj*, 2019, vol. 2, issue 1. (In Russ) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

REFERENCES

1. Il'in A.N., Danilova I.YU. [Technosphere as the Foundation of modern life]. *Upravlenie tekhnosferoj*. 2018, vol. 1, issue 2, pp. 133–143. (In Russ.) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere> (accessed 11.12.2018)

2. Lipaev A.A. [Material support for the construction of the technosphere and ecology]. *Upravlenie tekhnosferoj*. 2018. vol. 1. issue. 2, pp. 4–16. (In Russ.) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere> (accessed 11.12.2018)
3. Ivanova T.N., Safronov S.I. [Drilling in Udmurtia: from origins to modernity]. *Upravlenie tekhnosferoj: ehlektron. zhurnal*. 2018. vol. 1, issue. 2, pp. 350 – 361. (In Russ.) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere> (accessed 11.12.2018)
4. Kostrin K. V. *Chelovek sorevnuyetsya s prirodoy* [Man competes with nature]. Ufa: Bashkniгоizdat, 1975, 183 p. (In Russ).
5. Korshak A.A., SHammazov A.M. *Osnovy neftegazovogo dela* [The basics of oil and gas business]. *Izдание vtoroe, dopolnennoe i ispravlennoe*: Ufa: ООО «DizajnPoligrafServis», 2002, 544 p. (In Russ).
6. Kudinov V.I. *Osnovy neftegazopromyslovogo dela* [The basics of oil and gas business], Moscow – Izhevsk, 2004, Institute of computer science, Udmurt state University, 727 p. (In Russ).
7. Koval'chuk M.V. [Convergence of science and technology – a breakthrough in the future]. *Rossijskie nanotekhnologii*, 2011, no. 1-2, pp. 64 – 74. (In Russ).
8. Koval'chuk M.V., Narajkin O.S., YAtsinina E.B. [Convergence of science and technology – new stage of scientific and technological development]. *Voprosy filosofii*, 2013, no. 3, pp. 1 – 16. (In Russ). Available at: <http://www.nrcki.ru/files/pdf/1461575670> (accessed: 15.12.2018).
9. Krasnoperova S.A. [Technosphere and ecology: development and problems]. *Konvergentsiya v sfere nauchnoy deyatel'nosti: problemy, vozmozhnosti, perspektivy: materialy Vserossijskoj nauchnoj konferentsii* [Convergence In the field of scientific activity: problems, opportunities, prospects materials of the All-Russian conf. [ed. by A. M. Makarov], Izhevsk: Publishing house "Udmurt University", 2018, pp. 36 – 38. (In Russ).

Received 20.12.2018

About the Authors

Ivanova Tatyana Nikolaevna

Doctor of Technical Sciences, Professor

Udmurt State University, 426034, University, 1/7, Izhevsk, Russia

E-mail: itn-nf@udsu.ru

Krasnoperova S.A.

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,

Department of Oil and Gas Geology, Udmurt State University,

426034, University str. 1/7, Izhevsk, Russia

E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru