



УДК 622.241

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВЛИЯНИЕ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ

TEMPERATURE EFFECT OF DRILLING FLUIDS ON PERMAFROST ROCKS

Рушков Д.Р.

магистрант направления подготовки
«Технология вскрытия продуктивных пластов»,
Тюменский индустриальный университет
rushkov.98@yandex.ru

Злобин И.И.

магистрант направления подготовки
«Технология вскрытия продуктивных пластов»,
Тюменский индустриальный Университет
ilya.zlobin.98@mail.ru

Закиров Н.Н.

доктор технических наук, профессор
zakirov67@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являются технологии многолетнемерзлые породы, буровые растворы и их показатели, технологии крепления скважины, показатели фильтрации, теплоизоляция, оттаивания.

Цель работы – оценка и анализ модели растепления многолетнемерзлых пород.

Метод исследования – анализ научно-технической информации, геолого-технических условий и теоретического опыта бурения в осложненных условиях.

Результатом работы является выбор оптимальной модели расчётов растепления многолетнемерзлых грунтов.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, плотность, коэффициент теплопроводности, скрытая теплота плавления, теплопроводность слоев почвы, достоверная литология, температуры на поверхности почвы.

Rushkov D.R.

Master's Student in the Field of Training
«Technology of Opening Productive Layers»,
Tyumen Industrial University
rushkov.98@yandex.ru

Zlobin I.I.

Master's Student in the Field of Training
«Technology of Opening Productive Layers»,
Tyumen Industrial University
ilya.zlobin.98@mail.ru

Zakirov N.N.

Doctor of Technical Sciences, Professor
zakirov67@mail.ru

Annotation. The object of the research is technologies of permafrost, drilling fluids and their indicators, technologies of well fastening, filtration indicators, thermal insulation, thawing.

The purpose of the work is to evaluate and analyze the model of permafrost thawing.

The research method is the analysis of scientific and technical information, geological and technical conditions and theoretical experience of drilling in complicated conditions.

The result of the work is the choice of an optimal model for calculating the thawing of permafrost soils.

Keywords: permafrost rocks, density, thermal conductivity coefficient, latent heat of melting, thermal conductivity of soil layers, reliable lithology, temperatures on the soil surface.

Вечная мерзлота – это часть криолитозоны, характеризующаяся отсутствием периодического протаивания, осложняющее трудовую деятельность при освоении территории. Огромное количество проблем возникает при аэродромном, гражданском, дорожном строительстве, а также при освоении нефтегазоконденсатных месторождений Восточной Сибири. Строительство и эксплуатация нефтегазоносных объектов в условиях вечной мерзлоты осложняется проблемой частичного или полного оттаивания грунтов вблизи объектов, являющихся источником тепла. При деградации вечной мерзлоты, повышении температурных состояний мерзлых грунтов и протаивание, наблюдается стремительное снижение несущей способности установленных конструкций в скважине, при существующих нагрузках на конструкцию происходит частичная или полная деформация. При строительстве и эксплуатации скважин происходит активное оттаивание окружающих пород, в результате чего образуются провалы, обвалы, пустоты, которые могут способствовать ряду негативных факторов и даже аварий в процессе бурения и эксплуатации скважин. Что приводит к долгосрочным ремонтам, простаиванию скважины и значимым потерям добываемого флюида.

Проблематика строительства скважин на вечной мерзлоте заключается в том, что в течение определенного периода работы скважины происходит оттаивание окружающих мерзлых горных пород, в результате происходит изменение состояния многолетнемерзлого грунта. Считается, что сильно льдистые породы способны уменьшаться в объеме, впоследствии чего в них создаются пустоты. Часть которых может заполняться в теплый период года оттаявшими породами с верхней части горизонта, создавая каверны, приустьевые воронки или карстовые пустоты, требующие немедленной герметизации во избежание нарушений устойчивости скважины. Определение температурного поля



многолетнемерзлых пород вокруг работающей скважины является гарантом качества ее устойчивости. Поэтому актуальной проблемой данного исследования является создание и обоснование модели взаимосвязанных температурных режимов жидкости в скважине и находящихся вокруг горных пород изучаемого горизонта.

Технологическому прогрессу бурения и строительства скважин в вечной мерзлоте способствовали теоретические исследования, касающиеся определения подвижной границы зоны оттаивания мерзлых пород вокруг скважин. В одной из работ по данному направлению решается уравнение нестационарной теплопроводности. Данное теоретическое решение не может быть использовано на практике из-за сложности применения. И.А. Чарный с применением метода последовательной смены стационарных состояний удалось получить приближенное решение задачи, которое применимо только лишь для больших временных интервалов (30–50 лет). В.Т. Седов в своей работе предложил математическую модель оттаивания мерзлых горных пород вокруг одной скважины, учитывающую теплотенос от талой зоны к мерзлой. В процессе решения автор принял ряд допущений, названных предельными переходами, на основе которых получена зависимость радиуса оттаивания с учетом разности тепловых потоков на границе растепления. Зависимость, полученная В.Т. Седовым, является простой для численного эксперимента и может применяться как одна из методик при решении задачи о распределении зоны оттаивания. Г.В. Зверев и А.Ю. Тарасов в работе по определению радиуса изменения агрегатного состояния пород, радиуса влияния скважины, объема оттаявших пород с течением времени в период эксплуатации скважины, отмечено, что радиус оттаивания не ограничивается расчетными значениями. С увеличением радиуса влияния скважины, вследствие особенностей поведения горных пород при оттаивании на промежутке влияния, породы частично находятся в талом состоянии, частично в мерзлом.

Целью настоящей работы является создание математической модели и метода расчёта теплового взаимодействия бурового раствора с многолетнемерзлыми породами в зоне скважины.

В работе решаются следующие задачи:

1. Изучение строения ММП в зоне распространения и анализ геологических условий скважины.
2. Построение математической модели годового растепления.
3. Разработка методики расчёта температуры бурового раствора в скважине и вокруг нее в условиях вечной мерзлоты.
4. Определение радиуса протаивания ММП с учётом строения криолитозоны, теплового воздействия бурового раствора при промывке скважин.
5. Обоснование температуры бурового раствора на входе в бурильную колонну и выходе из неё, с учетом мощности выделения тепла при работе долота.

Методика расчета процесса растепления основана на методе жидкости в ячейках. В этом методе, граница расплава не отслеживается в явном виде. Вместо этого величина, называемая жидкой фракцией, которая указывает на долю объема ячеек, находящихся в жидком состоянии, связана с каждой ячейкой в расчетной области. Жидкая фракция вычисляется на каждой итерации, на основе баланса энтальпии. В двухфазной зоне жидкая фракция имеет значение от 0 до 1. Она моделируется как «псевдо» пористая среда, в которой пористость уменьшается от 1 до 0, что свидетельствует о затвердевании материала. Когда материал полностью затвердевает в ячейке, пористость становится равной нулю и, следовательно, скорость также падает до нуля.

В данной работе была реализована и протестирована и модель растепления вечномерзлых грунтов. Показано, что при достаточном количестве входных данных для модели (таких как: плотность, коэффициент теплопроводности, скрытая теплота плавления, теплопроводность слоев почвы, достоверная литология, температуры на поверхности почвы, и т.д.) возможно приемлемой точностью описать процесс растепления вечномерзлых грунтов.

Литература:

1. Рогов В.В. Теплообменные процессы в криолитозоне и их использование при оптимизации технологии крепления скважин : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ухта, 2013. – 19 с.
2. Чарный И.А. Неустойчивое движение реальной жидкости в трубах. – М. : Недра, 1975. – 296 с.
3. Седов В.Т. Теплообмен при бурении мерзлых пород. – М. : Недра, 1990. – 127 с.

References:

1. Rogov V.V. Heat exchange processes in the cryolithozone and their use in optimizing the technology of well fastening : abstract. dis. ... cand. of techn. sciences. – Ukhta, 2013 – 19 p.
2. Charny I.A. Unsteady movement of real fluid in pipes. – M. : Nedra, 1975. – 296 p.
3. Sedov V.T. Heat transfer during drilling of frozen rocks. – M. : Nedra, 1990. – 127 p.