

ПРОТАИВАНИЕ ГРУНТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОДОГРЕВА НЕФТИ В ТРУБОПРОВОДАХ

Ислямов И.Ш.

Научный руководитель- профессор Харламов С.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Трассы магистральных трубопроводов прокладываются в различных природно-климатических зонах, отличающихся геологией, геокриологией, гидрологией, географическим ландшафтом, освоенностью, чувствительностью биогеоценоза к антропогенным и техногенным воздействиям, характером и размером их последствий.

Причем источниками воздействия могут быть транспорт и строительномонтажная техника, перекачиваемый продукт (нефть, газ, нефтепродукты) или продукты его сгорания, тепло транспортируемой по трубопроводу среды, конструкция трубопровода и т. д.

Все воздействия можно подразделить на прямые и косвенные. Они могут проявляться в виде механического разрушения, загрязнения, теплового влияния и т. п. Последствия от этих воздействий могут быть первичными и вторичными, обратимыми и необратимыми (нерегулируемыми).

В рассматриваемом случае первичные последствия – развитие эрозии, оврагов, термокарста.

Примером длительного воздействия на окружающую среду, в частности на грунт, может служить тепловое влияние нефтепроводов на многолетнемерзлые грунты. В результате чего возможна просадка грунта и, как следствие порыв трубопровода.

Процессы, происходящие в слое вечномерзлого грунта

В пределах верхнего слоя протекают следующие процессы: колебания отрицательной температуры в верхней части слоя до границы нулевых амплитуд сезонных колебаний; образование морозобойных трещин и клиньев льда; развитие термокарстовых просадок; оттаивание слоя при изменении теплового режима на поверхности земли.

В верхней части слоя вечномерзлого грунта при сливающемся деятельном слое температура ежегодно изменяется от соответствующей началу замерзания до некоторого отрицательного значения, существенно меньшего температуры нулевых амплитуд сезонных колебаний. Такие колебания температуры сопровождаются, в частности, линейными изменениями массива мерзлого грунта в горизонтальном направлении, способствующими образованию морозобойных трещин.

Морозобойные трещины, возникшие в деятельном слое, проникают и в слой вечномерзлого грунта, однако здесь ширина их раскрытия незначительна. Тем не менее они играют большую роль в образовании и росте клиньев льда. С наступлением весны талые воды стекают по морозобойным трещинам в слой вечномерзлого грунта, где и замерзают. Морозобойные трещины образуются из года в год на одном и том же месте. Особенно неблагоприятно воздействие морозобойных трещин на линейные сооружения (трубопроводы, подземные кабели и др.) – оно приводит к их разрушению.

В связи с образованием морозобойных трещин в вечномерзлый грунт ежегодно проникает некоторое количество воды, превращающейся в лед. Накопление его приводит к росту клиньев льда.

Наличие в верхней части слоя вечномерзлого грунта большого количества прослоев и клиньев льда создает условия для проявления термокарста.

Термокарстовые просадки развиваются даже при, казалось бы, незначительном изменении на поверхности земли условий для проникания тепла в грунт (уничтожение растительного и мохового покрова и др.). Увеличение количества тепла, проникающего в грунт, приводит к интенсивному таянию вечномерзлого грунта вместе с имеющимися в нем включениями льда. Это вызывает опускание дневной поверхности часто на несколько метров. При отсутствии стока воды на этом месте образуется термокарстовое озеро, способствующее еще более глубокому протаиванию слоя вечномерзлого грунта.

Опыт строительства показывает, что застройка территорий зачастую приводит к увеличению глубины оттаивания грунтов и, таким образом, к просадке поверхности грунта. Еще большее оттаивание происходит под отапливаемыми зданиями, выделяющими тепло, в т. ч. и в грунт. В результате возникает значительная просадка фундаментов, которая иногда сопровождается полным разрушением зданий.

Результаты исследования

Расчеты показывают, что сильный нагрев рабочей среды в трубопроводных системах и изменение ее транспортных свойств серьезно изменяют характер и режим течения. В таких условиях часто возникают переходные процессы, сопровождаемые ламинаризацией. Пренебрежение переменностью теплофизических свойств в расчетах приводит к существенным ошибкам в прогнозе реальной картины теплообмена при сложном движении вязких сред в трубопроводных системах

В практике пуска горячих нефтепроводов наблюдались случаи, когда температура стенки трубы была неодинаковой по периметру. При эксплуатации горячих нефтепроводов такое явление имеет место, когда температура стенки трубы по верхней и нижней образующим различна. Данные климатологических справочников показывают, что максимальная разность температур, вследствие неоднородности естественного температурного поля грунта, может достигать 2⁰С.

Значительно большая разность температур возникает при поступлении нефти в трубопровод двумя потоками – холодным и горячим, когда неизбежно гравитационное расслоение потоков. Путем расчетов выявлено, что даже при значительной разности температур стенки (например, 50⁰С на верхней и 30⁰С на нижней образующей) тепловые потоки через верхний и нижний полупериметры отличаются на 18%, а отношение отклонения удельного теплового потока к среднему значению составляет 12%. Если в расчетах используется средняя температура потока, значение расчетного теплового потока отличается от фактического на несколько процентов.

Проведенные исследования позволяют сказать, что введение в практику инженерных методов расчета течений в трубопроводах позволит сократить риск порыва трубопровода в результате выбора неправильного теплового режима, а значит и решить многие экологические проблемы, возникающие в результате аварий на трубопроводах.