

УДК 622.24.053

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС РАЗВИНЧИВАНИЯ НКТ

Вадигуллин А.Д., Галеев А.С., Сулейманов Р.Н. ¹

Филиал Уфимского государственного
нефтяного технического университета в г.Октябрьском
e-mail: ¹rsulem2005@of.ugntu.ru

Аннотация. В работе сделана попытка описания процесса теплового воздействия, предполагающего нагрев теплоносителя, испарения воды и передачу теплоты муфтовому соединению НКТ, при помощи теории подобия и размерностей. Для разработанной авторами конструкции получены модельные соотношения, позволяющие прогнозировать зависимость эффективности процесса теплового воздействия т.н. «теплового раскрепителя» от параметров воздействия (количество воды в испарителе, время выдержки и т.д.) и параметров объекта воздействия (толщина стенки и диаметр муфты и т.д.). Полученные безразмерные комплексы позволяют распространить установленные закономерности на широкий типоразмерный ряд НКТ.

Ключевые слова: НКТ, тепловое воздействие, резьба, методы подобия и размерности

Известно, что основным препятствием процессу развинчивания насосно-компрессорных труб (НКТ) являются силы трения, влияние которых приводит к необходимости приложения чрезмерных моментов развинчивания, образованию задиров, повышенному износу резьбового соединения. Для ослабления натяга в соединении муфта-ниппель перед развинчиванием применяют разные методы: ультразвуковое воздействие [1], тепловое воздействие [2] и т.д. Нами проведёны испытания устройства по тепловому воздействию на соединение муфта-ниппель НКТ (названной нами «тепловым раскрепителем») с применением аккумулятора тепла в виде стальных шариков и теплоносителя в виде воды (пара).

Процесс теплового воздействия заключается в следующем:

1. нагрев стальных шариков (диаметром 4,5 мм) при помощи трубчатых электронагревателей (ТЭН) небольшой мощности до температуры порядка 200 0С (15 минут),
2. установка (прижатие) контейнера с нагретыми шариками на муфте, и подача в контейнер воды (5...20 мл),
3. выдержка контейнера на муфте в прижатом к муфте состоянии в течение 4...15 с.

Испарение воды на стальных шариках и конденсация на стенках муфты позволяет осуществить быстрый перенос тепла и локально разогреть поверхность

муфты, что при почти неизменной температуре ниппеля приводит к ослаблению напряжения в резьбовом соединении

Для установления оптимальных характеристик процесса воздействия необходимо определить основные влияющие факторы и их взаимосвязь с откликом (уменьшение момента страгивания резьбы, уменьшение работы развинчивания [1], относительное удлинение и т.п.).

Известно, что эффективность теплового воздействия определяется большим количеством факторов, перечислим некоторые из них:

- m – количество (масса) теплоносителя, как правило, вода (или пар), кг;
- t – время выдержки, с;
- D и d – диаметр и толщина стенки НКТ, м;
- C_v, C_f – теплоемкость воды и стали, Дж/(кг • °С);
- ρ – плотность стали, кг/м³;
- λ – теплота парообразования (конденсации) воды, Дж/кг;
- T – температура теплоносителя, °С;
- M – количество (масса) теплоаккумулятора, кг;

а также условия передачи тепла, состояние поверхности и т. д.

Проведение экспериментов по выявлению связи эффективности процесса теплового воздействия со всеми этими параметрами в полном объеме представляется нереализуемой задачей. Однако, если воспользоваться модельными представлениями [3], то можно, во-первых, значительно сократить количество влияющих факторов, а во-вторых, получить возможность обобщения полученных экспериментальных результатов на весь типоразмерный ряд НКТ.

Введем параметр отклика – из перечисленных выше выбираем величину, реально измеряемую на установке [1], – абсолютное изменение максимального момента свинчивания dM_{max} , а лучше относительное изменение:

$$\varepsilon = dM_{max}/M_{max0}, \quad (1)$$

где M_{max0} – максимальный момент свинчивания без теплового воздействия.

Тогда:

$$\varepsilon = f(m, \rho, t, D, d, C_v, C_f, T, \lambda, M, \dots) \quad (2)$$

Исходя из анализа размерностей и принимая (произвольно) за основные размерности длины (м), времени (с), массы (кг) и температуры (°С), соответственно, размерности D, λ, ρ, C_v , получаем из (2)

$$\varepsilon = \varphi\left(\frac{m}{\rho * D^3}, 1, \frac{t^2 * \lambda}{D^2}, 1, \frac{d}{D}, 1, \frac{C_f}{C_v}, \frac{T * C_v}{\lambda}, 1, \frac{M}{\rho * D^3}, \dots\right) \quad (3)$$

С учетом «постоянных» (в данном исследовании) комплексов из (3) следует:

$$\varepsilon = \chi\left(\frac{m}{\rho * D^3}, \frac{t^2 * \lambda}{D^2}, \frac{d}{D}, \dots\right) \quad (4)$$

Из формулы (4) следует:

1. безразмерный эффект теплового воздействия является функцией безразмерных параметров, учитывающих массу теплоносителя и время выдержки,
2. для получения одного и того же эффекта на разных типоразмерах НКТ при прочих равных условиях необходимо соблюдать постоянство факторов в формуле (4), а именно – при возрастании диаметра НКТ в N раз необходимо:
 - количество теплоносителя увеличивать в N^3 раз;
 - время выдержки в N раз.

Литература

1. Галеев А.С., Миндиярова Н.И., Сулейманов Р.Н. Применение ультразвукового поля для повышения ресурса резьбового соединения НКТ // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2009. № 1. С. 31-35.
2. Башнин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки. М.: Металлургия, 1986. 113 с.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1967. 428 с.

CHOICE OF PARAMETERS OF THERMAL INFLUENCE IN UNCOUPLING OF TUBING

A.D. Vadigullin, A.D. Galeev, R.N.Suleymanov¹

*Oktyabrsky Branch of Ufa State Petroleum Technological University,
Oktyabrsky, Russia, e-mail: ¹rsulem2005@of.ugntu.ru*

Abstract. *Attempt of the description of thermal influence's process, assuming heating of the heat-carrier, evaporation of water and heat transfer to clutch coupling of tubing, using the theory of similarity and dimensions is carried out in work. The modeling relations, allowing to predict dependence of efficiency of thermal influence's process, so-called "thermal breaker" from influence parameters (a quantity of water in the evaporator, endurance time etc.) and parameters of influence object (wall thickness and clutch diameter etc.) are received for design developed by authors. The received dimensionless complexes allow extending the established laws on wide dimensional tubing family.*

Keywords: *tubing, thermal influence, threading, similarity and dimensional method*

References

1. Galeev A.S., Mindiyarova N.I., Suleimanov R.N. Primenenie ul'trazvukovogo polya dlya povysheniya resursa rez'bovogo soedineniya NKT (Application of the ultrasonic field to increase the resource threaded connection of tubing), *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 2009, Issue 1, pp. 31-35.
2. Bashnin Yu.A., Ushakov B.K., Sekei A.G. Tekhnologiya termicheskoi obrabotki (Heat treatment technology. Moscow: Metallurgiya, 1986. 113 p.
3. Sedov L.I. Metody podobiya i razmernosti v mekhanike (Similarity and dimensional methods in mechanics). Moscow, Nauka, 1967. 428 p.