

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРБУЛИЗАТОРА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА НЕФТИ В ТРУБЕ ТЕПЛООБМЕННИКА

Абдурахмонов Олим Рустамович¹

¹ доктор техн. наук., проф. Бухарский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан, г. Бухара,

E-mail: azi100@mail.ru

Жураев Асрорбек Музафар угли¹

¹ Старший преподаватель. Университет экономики и педагогики, Республика Узбекистан, г. Кашии.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 19.12.2024

Revised: 20.12.2024

Accepted: 21.12.2024

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

углеводород,
теплообмен,
турбулизация,
гидродинамика,
гидравлическое
сопротивление,
механические примеси
нефти, отложение,
нагар.

В статье проанализированы энергетический расход теплообменных процессов при переработке жидких углеводородов, механизм распределения тепла в трубе аппарата, выявлено, что образование отложений на теплообменные поверхности оказывают существенное сопротивление передачи тепла и турбулизация течения нефти содержащий механические примеси способствует уменьшению отложений и в результате улучшение теплообменных показателей.

ВВЕДЕНИЕ. Переработка в нефтеперерабатывающих заводах нефти и газового конденсата является производством многотоннажным и энергоемким. Нефтеперерабатывающие заводы считаются крупнейшими потребителями топливно-энергетических ресурсов, в том числе тепловой энергии. Основная часть энергозатрат на переработку углеводородов (особенно жидких углеводородов), порядка 70-75 %, приходится на долю теплообменных, или же связанных с ним, процессов. Также

широко применяются теплообменные аппараты и устройства во многих других областях нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других смежных отраслях промышленности [1]. Интенсификация теплообмена заключается, отчасти, в интенсификации теплоотдачи от нагревающей стеки к жидкости, организации теплообмена между ядром потока и пристенным слоем, а также турбулизации течения для разрушения ламинарного подслоя, обладающего высоким термическим сопротивлением.

Как известно, на скорость и эффективность теплопередачи существенно влияет состояние поверхности теплообмена, а также пограничного слоя между теплоносителями и разделительной стенкой аппарата. На показатель теплоотдачи негативно влияют отложения взвешенных частиц на разделяющую поверхность, и на протяжении эксплуатации их толщина будет только увеличиваться. Отложение в результате теплового на него воздействия образует плотный слой нагара, который в свою очередь и имеет низкий коэффициент теплопроводности.

Физические основы метода уменьшения отложений на теплообменной поверхности и в результате интенсификации теплообмена, основана на интенсивной турбулизации течения нефти в трубках теплообменника. Известно, что в конвективном теплообмене между стенкой и нагреваемой жидкостью участвует лишь тонкий пограничный слой, а также слой отложений твердых частиц. Причем, интенсивность теплообмена в значительной степени зависит от характера движения в пограничном слое. При ламинарном пограничном слое перенос теплоты осуществляется главным образом теплопроводностью и теплообмен существенно менее интенсивен, чем при турбулентном пограничном слое, в котором теплота переносится более мощным механизмом турбулентного перемешивания.

Авторами предложено решение проблема увеличения теплообменных характеристик оборудования и при приемлемом увеличении гидравлического сопротивления при использовании в теплообменных аппаратах с турбулизатором потока нагреваемой жидкости. Эксперименты показывают, что турбулизация путем закрутки потоков жидкого углеводорода способствует уменьшению отложения на теплообменную поверхность. Этот способ может быть эффективно использоваться в теплообменных аппаратах различных производствах. Использование закрученных потоков приводит к уменьшению отложений, усилению теплообмена и выравниванию температурных неравномерностей. Метод закрутки потока в каналах, создаваемая с помощью турбулизирующих устройств можно классифицировать как

пассивный метод интенсификации теплообмена. При этом не требуется дополнительный подвод энергии извне. Эксперименты показали эффективность применения устройства для закрутки потока жидкого углеводорода в трубах посредством установки скрученной ленты. Механизм интенсификации при применении скрученной ленты в качестве турбулизатора заключается в создании турбулентного потока и закручивания пристенных слоев жидкости в трубах теплообменника. Эти устройства наряду с дополнительным вихреобразованием и турбулизацией пристенной области обеспечивают глобальную циркуляцию потока, благоприятно влияющую также и на выравнивание температурных неоднородностей и усиление теплообменного процесса [2,3].

В настоящее время на производстве эксплуатируются теплообменные оборудования, конструкции и принцип которых имеют кардинальные отличия между собой. И это зависит от физико-химических свойств теплоносителя, в том числе и от содержания в них взвешенных частиц. Поэтому, при проектировании и изготовлении современных теплообменников необходимо стремиться к тому, чтобы гидродинамика течения нагреваемой и нагревающей жидкостей способствовали максимальному значению теплообменных показателей теплообменного аппарата.

Таким образом, оптимизация гидродинамических показателей с применением эффективных турбулизаторов в потоке теплоносителей теплообменных аппаратов является одним из перспективных способов решения этой актуальной проблемой.

Наиболее эффективный путь решения этой актуальной проблемы является уменьшение отложений на теплообменные поверхности аппарата и вследствие, достижение интенсификации теплообмена. Опыт создания и эксплуатации, теплообменных аппаратов с различными конструкциями турбулизаторов показал, что разработанные методы турбулизации потока теплоносителя обеспечивают снижение отложения твердых взвесей на теплообменных поверхностях этих устройств в 1,5-2 раза. Авторами исследованы разнообразные конструкции турбулизаторов, для совершенствования и интенсификации процессов, происходящих в трубках теплообменника. Для совершенствования течения однофазных теплоносителей рекомендованы турбулизаторы потока на поверхности теплообмена, для развития контактной поверхности за счет оребрения, для закрутки потока исследованы спиральные ребра, шнековые устройства, завихрители различных конструкций, которые устанавливаются на входе и по длине труб. Эффективность этих конструкций различна, и на некоторых образцах достигается увеличение тепловых

показателей в 2 раза и более, за счет совершенствования гидродинамических параметров.

В связи с вышесказанным, актуальными задачами становятся разработка и исследования современных конструкций турбулизаторов, которые с интенсификацией теплообмена могут существенно снизить образования отложений взвешенных твердых частиц на теплообменных поверхностях аппаратов. Актуальность исследуемой проблемы обусловлена необходимостью решения следующих задач: снижение образования отложений на теплообменных поверхностях нагрева, уменьшение гидравлического сопротивления потока жидких углеводородов, интенсификация теплообмена. С целью улучшения гидродинамической обстановки в трубах теплообменников и резкого снижения образования отложений на теплообменивающих поверхностях нами исследованы ряд конструкций турбулизатор для закрутки потока жидкости в трубах аппарата. При этом следует отметить, что необходимо обратить внимание на незначительное увеличение гидравлического сопротивления течения углеводорода в трубе. Авторами в лабораторных условиях получены результаты влияния турбулизатора на гидравлическое сопротивление течения жидкого углеводорода в трубе. При этом исследовалась гидродинамика потока нефти при различных режимах его течения. А также применялись турбулизаторы различных конструкций, которые помещались в стеклянную трубку. Стеклянная трубка имеет внутренний диаметр 25 мм и длину 1400 мм

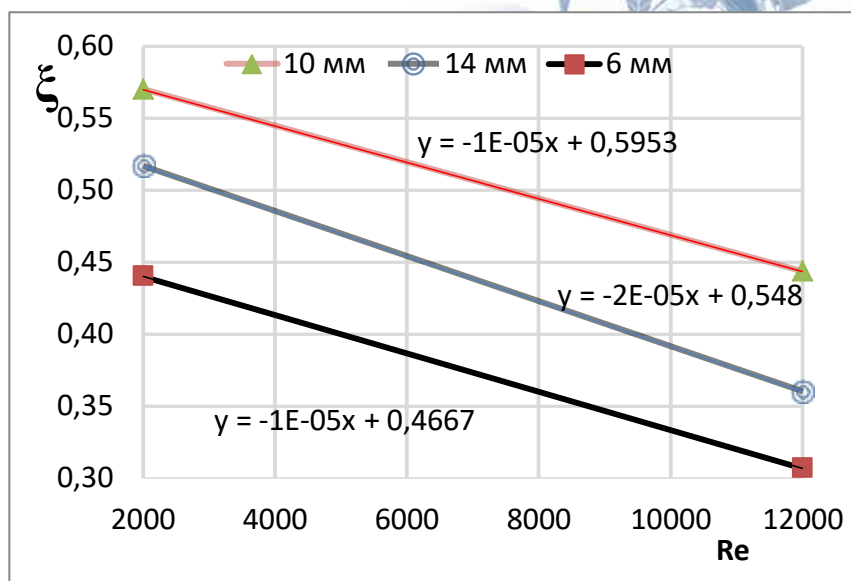


Рисунок. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления течения нефти в трубе аппарата ζ от числа Рейнольдса (Re), турбулизатор скрученная лента шириной l 6, 10 и 14 мм, шаг скрутки ленты $b=16 \cdot l$.

Критериями оптимального выбора формы турбулизатора является, число Рейнольдса (Re) и коэффициент гидравлического сопротивления течения нефти в трубе аппарата (ζ). Было поставлена задача, получение эффективной турбулизации потока нефти с наименьшим относительным увеличением гидравлического сопротивления её течения в трубе. Результаты исследований гидродинамики потока нефти в трубе с использованием исследованного турбулизатора показали, что главным фактором, влияющим, на процесс является геометрическая форма и размеры. Результаты исследований представлены на рисунке

Исследования проводились при различных шагах скрутки ленты турбулизатора. На основе проведенных экспериментов выбрана оптимальная конфигурация турбулизатора. Гидравлическое сопротивление увеличивалось при увеличении ширины ленты (т.е. увеличении высоты скрутки) и уменьшении шага скрутки.

Таким образом, используя разработанную конструкцию турбулизаторов в оптимальных условиях, можно добиться повышения турбулизации потока жидкости в трубках теплообменников с относительно небольшим увеличением гидравлического сопротивления течения жидкости. И в результате появляется перспектива использования данной конструкции турбулизаторов с целью уменьшения отложения твердых частиц на разделительные поверхности и интенсификации процесса теплообмена. Кроме того, данная конструкция турбулизаторов проста в изготовлении, малозатратна и не требует замены действующего оборудования.

Литература:

1. Калинин Э. К., Дрейцер Г. А. Интенсификация теплообмена в каналах. М.: Машиностроение, 1990.
2. Кузма-Кичта Ю. А. Методы интенсификации теплообмена. М.: МЭИ, 2001. 240 –с.
3. Абдурахмонов О.Р., Жураев А.М. Интенсификация теплообмена // Фундаментальные и прикладные проблемы физической и коллоидной химии и их инновационные решения: тезисы докл. Междунар. конф. (Наманган, 9-10 февраль. 2024. –С.974-975.
4. Абдурахмонов О.Р., Жураев А.М. Механизмы интенсификации теплообмена // Технологические проблемы добычи и переработки нефти и газа и их инновационные решения: тезисы докл. Респ. конф. (Бухара, 14-15 ноябрь. 2024. –С.227-229.