

Қ.И. СӨТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА

Ө.А. БАЙҚОҢЫРОВ АТЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯ ИНСТИТУТЫ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ О.А.БАЙКОНУРОВА



БЕЛГІЛІ ҒАЛЫМ, МЕМЛЕКЕТ ҚАЙРАТКЕРІ
САУЫҚ ТЕМІРБАЙҰЛЫ ТӘКЕЖАНОВТЫҢ
80-ЖЫЛДЫҚ МЕРЕЙТОЙЫНА АРНАЛҒАН
«2012-2014 ЖЫЛДАРҒА
ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КЕШЕНІН
ДАМУЫ БАҒДАРЛАМАСЫН ІСКЕ АСЫРУ
ҮШІН КАДРЛАР ДАЯРЛАУ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ



МАТЕРИАЛДАРЫ ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

«ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
НА 2012-2014 ГОДЫ»,

ПОСВЯЩЕННОЙ 80-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ВИДНОГО
УЧЕНОГО, ГОСУДАРСТВЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ
ТАКЕЖАНОВА САУКА ТЕМИРБАЕВИЧА



Алматы 8-9 желтоқсан, 2011 жыл

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

**Белгілі ғалым, мемлекет қайраткері Сауық Темірбайұлы
Тәкежановтың 80-жылдық мерейтойына арналған «2012-
2014 жылдарда тау-кен металлургиялық кешенін дамыту
бағдарламасын іске асыруға кадрларды дайындау»
Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
МАТЕРИАЛДАРЫ ЖИНАҒЫ**

8-9 желтоқсан, 2011

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**Международной научно-практической конференции
«Подготовка кадров для реализации программы развития
горно-металлургического комплекса на 2012-2014 годы»,
посвященной 80-летию юбилею видного ученого,
государственного деятеля Такежанова Саука Темирбаевича**

8-9 декабря, 2011

Алматы, 2011

**Секция 1. ИНЖИНИРИНГ И ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

<i>Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К., Эбен Е.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВСКРЫШНОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРИОД ВНЕДРЕНИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	48
<i>Baigunusov H., Ospanova G.</i> CONSEQUENCES OF THE SEMIPALATINSK TEST SITE BY NUCLEAR FALLOUT CONTAMINATION ON ENVIRONMENTAL CHANGE.....	54
<i>Сабденбекулы Ө., Сабденбеков Ш.У., Капасова А.З.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ И ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК.....	58
<i>Седелев В.А.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПО СХЕМЕ: ДОБЫЧА-ОБОГАЩЕНИЕ- МЕТАЛЛУРГИЯ-ХРАНЕНИЕ.....	64
<i>Нуртеева М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М., Амиджан Н.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАРУШЕННОСТИ МАССИВА И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	72
<i>Мырзахметов Е.Б., Сладковский А., Крупник Л.А., Темиржанов А.Т.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАВИТАЦИОННО- ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЯЗКОЙ НЕФТИ.....	79
<i>Кожаяев Ж.Т., Байгулин Ж.Д., Туякбаев Т.И.</i> МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО.....	86
<i>Калыбеков Т., Жалгасбеков Е.</i> К ОБОСНОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛАНОВ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	89
<i>Омаров К.А., Столповских И.Н., Темержанов А.Т., Омарова Т.К., Касымов У.Т.</i> УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ СИСТЕМ.....	93

3. Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. Комплексное обеспечение устойчивости бортов карьеров //Труды V-ой международной научно-практ. конфер. «Передовые технологии на карьерах».-Бишкек: КРСУ, 2011.- С.55-58.

4.Инновационный патент РК №20700 «Способ определения нарушенности горного массива /Нурпеисова М.Б.,Бек А.Ш., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М...Опубл. от 15.01.2009 г.

5. Инновационный патент РК №1031 «Способ определения трещиноватости массива / Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш., Кыргызбаева Г.М.. Опубл. от 02.10.2008 г..

6. Бек А.Ш., Нурпенсова М.Б. Методика построения диаграмм трещиноватости на ЭВМ //Сб.трудов VII между. конфер. «Новые идеи в науке о Земле».-Москва, МГРИ, 2005.-С.46-47.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАВИТАЦИОННО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЯЗКОЙ НЕФТИ

**Е.Б. Мырзахметов, А. Сладковский, Л.А. Крупник,
А.Т. Темиржанов**

КазНТУ им. К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан
Силезский технологический университет, г. Катовице, Польша

В условиях неразвитости систем трубопроводного транспорта в РК удельный вес железнодорожного транспорта нефти и нефтепродуктов в общем объеме транспорта остается существенным. Этому также способствует малая плотность населения и большие расстояния между производителями (НПЗ) и их потребителями. Внутриреспубликанская сеть нефтепродуктопроводов практически отсутствует. Несмотря на бурное развитие в последние годы сети трубопроводного транспорта нефти, эта проблема остается острой. Так, только в 2011г. объем транспортировки нефти железнодорожным транспортом составил 7,4 млн. С ростом добычи нефти в РК будет возрастать и объем последней.

В этих условиях необходимо повышать конкурентоспособность железнодорожного транспорта путем снижения себестоимости перевозок, которая складывается не только из расходов непосредственно на транспортировку, но и из затрат на предварительный нагрев для обеспечения быстрого и полного опорожнения цистерн в пунктах назначения. Особо эта проблема актуализируется в зимнее время, когда уве-

личиваются затраты энергии на предварительный нагрев, увеличивается время простоя вагонов под сливом, что приводит к снижению их оборачиваемости и нехватке.

Трудности, возникающие при транспорте вязких высокопарафинистых нефтей, связаны в основном с образованием в ней твердых кристаллов парафина при низких температурах. При высоких температурах они полностью растворяются в нефти и нефтепродуктах. При достаточно низких температурах количество кристаллов увеличивается настолько, что они образуют пространственную решетку по всему объему, иммобилизующую жидкую фазу, [1]. Чем больше в нефти содержание парафина и асфальтосмолистых веществ, тем прочнее эта решетка, выше вязкость, температура застывания и статическое напряжение сдвига.

Так, мангышлакские нефти с содержанием парафина до 25% и до 17% асфальтосмолистых веществ, относятся к высокозастывающим и при высоких температурах (порядка 313К) обладают явно выраженными свойствами тиксотропных вязкопластичных жидкостей. Поэтому перед закачкой в трубу, перед наливом в цистерны или сливом ее нагревают до 340-350К.

Все попытки решения данной проблемы при транспортировке их железнодорожными цистернами до настоящего времени сводились к разработке различных систем подогрева непосредственно перед сливом в пунктах назначения. В настоящее время наиболее распространенным методом остается подогрев перед сливом в пунктах назначения, в частности, с применением перегретого пара в качестве теплоносителя. Однако энергоэффективность применяемых в настоящее время методов остается низкой. К примеру, при использовании острого пара для подогрева вязкого нефтепродукта в пунктах слива на цистерну расходуется до 5000 кг пара (на примере мазута М100). Для выработки такого количества пара потребуется до 460 кг. условного топлива, [1,2]. При электроподогреве, по данным литературных источников, она составляет 3- 3,5 кВт/т. Тогда на подогрев цистерны массой брутто 60т расходуется примерно 210 кВт. На циркуляцию и перекачку дополнительно затрачивается от 70 до 180 кВт·ч.

Годовой грузооборот только мазута железнодорожным транспортом в РК составляет порядка 2 -2,5млн. т. Из них примерно 40% требуют при сливе предварительного подогрева (~ 800-1000 тыс.т.) или 400 мВт/год. Для этого в год расходуется примерно ~7600 т. усл. топлива (при теплотворной способности ~ 29,6 мДж/кг). Сжигание такого количества топлива в год приводит к значительным выбросам токсич-

ных компонентов в окружающую среду. Эта же проблема возникает и при хранении в мазутохранилищах и наливе их в цистерны.

Даже частичное снижение этих затрат может дать существенный экономический и экологический эффект.

Авторами в данной работе сделана попытка обоснования способа транспортировки вязких нефтей и нефтепродуктов с преобразованием кинетической энергии подвижного состава в гидродинамическую.

Известно, что значительную часть пути следования для соблюдения скоростного режима а также выполнения промежуточных остановок железнодорожный состав производит вынужденное торможение. При этом колоссальное количество кинетической энергии подвижного состава рассеивается бесполезно в результате трения тормозных колодок к бандажам колес.[3]. Это приводит не только к расходу тормозных колодок из дорогостоящих композиционных материалов, но и к интенсивному износу бандажей колесных пар тележек вагонов.

Сущность предлагаемого технического решения описана в [4,5].

Устройство системы подогрева цистерны включает в себя подвагонный гидротормоз, играющий в данном случае роль вихревого теплогенератора, с приводом от колесных пар только в случаях торможения.

Система будет приводиться в действие в периоды служебных торможений на уклонах и при вынужденных остановках на промежуточных станциях. Сохранение реологических свойств в пути следования железнодорожного состава позволит существенно сократить (а возможно в некоторых случаях и исключить) энергозатраты в пунктах слива на предварительный их нагрев перед сливом.

Выбор гидротормозного устройства связан со следующими причинами:

- компактность и высокий коэффициент преобразования механической энергии в тепловую (до 95%);
- высокая пожаробезопасность;
- простота регулирования режима;
- возможность применения в стационарных условиях на эстакаде перед сливом;
- гидродинамическое воздействие на нефть при прохождении через ротор в сочетании с кавитационно-тепловым эффектом должно приводить к более интенсивному росту времени тиксотропного восстановления;
- высоконапорная струя горячего нефтепродукта на выходе из гидротормозного устройства при смешении с жидкостью в цистерне приводит к интенсивному ее барботированию и принудительному росту интенсивности конвективного теплообмена.

Однако есть опасность отказа работы системы в случаях потери текучести транспортируемой жидкости. Поэтому время между очередными подключениями системы в пути следования состава не должно превышать времени восстановления тиксотропных свойств транспортируемой жидкости.

Для проверки этих утверждений была разработана экспериментальная установка и проведены предварительные лабораторные исследования, результаты которых представлены ниже.

Оборудование и методика эксперимента

Целью лабораторных исследований являлась экспериментальная оценка влияния гидродинамического воздействия на реологические свойства вязких нефтепродуктов. Для этих целей была разработана экспериментальная установка, приведенная на рисунке.

Основным элементом экспериментальной установки является радиально-оробренный дисковый гидродинамический тормоз 1 с приводом от электродвигателя постоянного тока 2 для регулирования частоты вращения, которая контролируется электронным тахометром типа ТЧ-10 с точностью до 1 мин^{-1} .

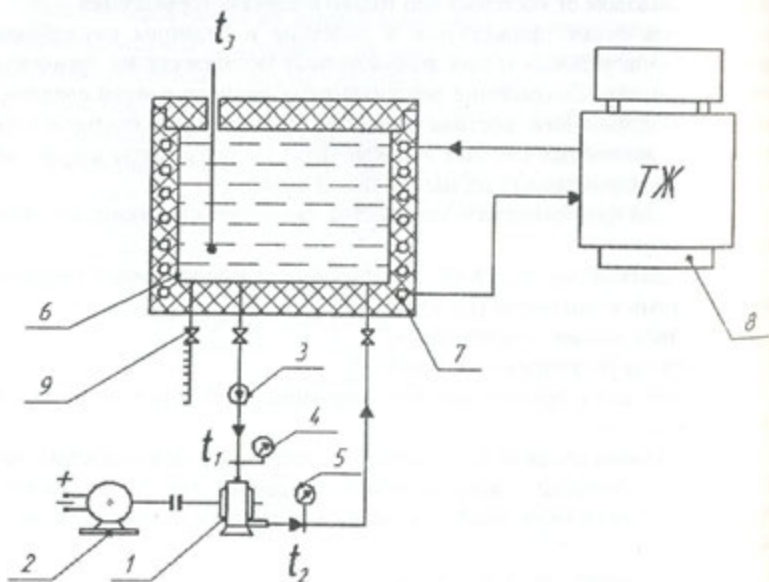


Рис. Схема экспериментальной установки

Количество профилированных ребер в конструкции импеллера выбрано из расчета максимальной величины диссипативного нагрева на воде, [5].

В качестве исследуемой жидкости использовалась мангышлакская нефть с температурой застывания 300К, содержанием парафина 16%, воды 0,25% и солей 321мг/л.

Расход рабочей жидкости (нефтепродукта) замеряется ротационным счетчиком расхода 3.

Температуры жидкости на входе и выходе импеллера, в напорном резервуаре замеряются хромель-копелевыми термопарами t_1 , t_2 и t_3 с регистрацией 6-ти канальным регистратором КСП-4 (класс точности 0,5; пределы измерения 0-150 °С).

Давления на входе и выходе из импеллера замеряются манометрами 4,5 с пределами измерения, соответственно, от -1 до 1 и от 0 до 5 бар с точностью от верхнего предела измерения 1,5%.

Потребляемая мощность электропривода определялась по методике, описанной в [3].

Для регулирования величины теплопотерь в окружающую среду (имитации низких температур в зимнее время) резервуар 6 помещен в теплоизолированный кожух с трубчатым змеевиком 7, по которой циркулирует охлаждающая жидкость из жидкостного термостата 8.

Реологические свойства испытуемой жидкости оценивались по его вязкости, времени восстановления тиксотропных свойств и температуре застывания (потере текучести).

Выбор указанных параметров связан с тем, что они являются определяющими для эксплуатационных качеств предлагаемой системы подогрева, т.к. вязкость определяет текучесть среды и характеризует время опорожнения цистерны; время тиксотропного восстановления структуры определяет резерв времени между включениями ГТ, а температура застывания - минимально допустимую температуру, при которой исключается вероятность отказа системы.

Отбор проб жидкости для последующего наблюдения и анализа проводился непосредственно из емкости 6 во время работы импеллера. Пробы отбирались в три разные колбы для последующего усреднения результатов анализа. Одновременно оценивалась величина диссипативного нагрева жидкости. Тепловая мощность диссипативного нагрева определялась по известному уравнению Ньютона-Рихмана:

$$Q = G \cdot C_p (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}),$$

где G – расход жидкости, м³/ч; C_p – теплоемкость жидкости, кДж/кг·К; $t_{\text{вых}}$ – температура жидкости на выходе из гидротормоза, К; $t_{\text{вх}}$ – температура жидкости на входе в гидротормоз, К.

Величина диссипативного нагрева жидкости поддерживалась в пределах 53 – 55 °С во избежание потерь легких фракций.

Методика определения времени тиксотропного восстановления структуры исследуемой вязкой жидкости заключается в следующем. После обработки жидкости гидротормозным устройством в течение времени, достаточном для не менее однократного пропуска всей жидкости через устройство система отключалась, производится отбор проб в стеклянные сосуды и проводится анализ по ГОСТ 3345-84.

Потеря текучести жидкости оценивается косвенно по следующей методике.

После остановки системы подключается жидкостный термостат 8 и через змеевик 7 начинает циркулировать охлаждающая жидкость. Температура ее задается для каждой серии опытов с интервалом в 5 °С (от +25°С до -30°С) для имитации различных эксплуатационных условий. После стабилизации заданной температуры в емкости 6 периодически открывается сливной краник 9 с градуированной стеклянной трубкой диаметром 3мм и длиной 100мм. По времени скольжения жидкости в ней оценивается текучесть или способность к сливу. Прекращение движения жидкости в стеклянной трубке оценивается как потеря текучести.

Неполнота слива оценивается взвешиванием на весах по изменению массы емкости 6 после его опорожнения, завершением которого считалось начало каплепадения из трубки.

Предварительные результаты исследований

В таблице представлены некоторые предварительно полученные экспериментальные данные, которые подтвердили, что комбинированное (гидродинамическое с преобразованием кавитационных явлений в тепловое) воздействие не только снижает вязкость, но и значительно увеличивает время тиксотропного восстановления по сравнению с охлаждением после нагрева.

Таблица - Результаты экспериментальных исследований

Нефть	Вязкость, Н·с/м ²		Время тиксотропного восстановления структуры, час.		Температура потери текучести, К	
	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки
Мангышлакская нефть с температурой застывания 300К	2,2	0,77	16	45	313	304

Кавитационные явления в роторе гидродинамического тормоза приводят к интенсивному разрушению кристаллической решетки па-

рафина с превращением ее в мелкодисперсную систему, что способствует резкому снижению его вязкости и росту времени восстановления тиксотропных свойств.

Так, по данным эксперимента время тиксотропного восстановления мангышлакской нефти после обработки составило 45 часов, что 2,8 раза превысило начальные показатели. Вязкость же нефти снизилась более чем в 2,5 раза при температуре 312К. Температура потери текучести снизилась с 313 К до 304К.

С целью выявления влияния гидродинамического воздействия на структуру жидкости сделаны микрофотографии структуры нефти в зависимости от его режимных параметров.

Установлено, что в необработанной нефти кристаллы парафина образуют формы и скопления (друзы) размером до 0,22 мм, что хорошо согласуется с данными в [6]. Но уже после однократной обработки (пропуска через ГТ) кристаллы парафина образуют мелкодисперсную структуру (менее 0,0012 мм). После двух-трех кратной обработки (пропуска через импеллер) даже по истечении суток структура ее практически не восстанавливалась, т.е. время тиксотропного восстановления структуры нефти значительно превышало это время.

Полученные на данном этапе исследований экспериментальные данные подтвердили работоспособность предлагаемого способа транспортировки вязких нефтей и нефтепродуктов железнодорожными цистернами и позволили установить основные параметры установки.

Литература

1. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: «Энергия», 1975г.-278с.
2. Коваленко В.П., Тургашинов В.Е. Обеспечение температурного режима нефтепродуктов при их транспорте и хранении.- М.: ЦНИИТЭНефтехим., 1989г.- 54с.
3. Техменев Б.Н., Трахман Л.М. Подвижной состав электрических железных дорог. Теория работы электрооборудования. Электрические схемы и аппараты - М.: Транспорт, 1980г.- 471с.
4. Инновационный патент РК №21455., бюлл. №7 от 15.07.2009г.
5. Положительное решение НИИС № 024528 от 28.09.11г. на заявку «Способ транспортировки вязких нефтепродуктов железнодорожными цистернами и устройство для его осуществления».
6. Надиров Н.К., Тугунов П.И., Брот Р.А., Уразгалиев Б.У. Трубопроводный транспорт вязких нефтей. Серия: Новые нефти Казахстана и их использование.- Алма-Ата: Наука, 1985.- 264с.