

УДК 536.248.2; 51-74

А.С. Байрамгулов, С.Г. Зубаиров, Р.Р. Тляшева, Р.С. Байрамгулова
(ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г. Уфа, Российская Федерация)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ШЛАМА И НАПОЛНИТЕЛЯ В КОНСТРУКЦИИ МОДУЛЯ ПИРОЛИЗА

A.S. Bairamgulov, S.G. Zubairov, R.R. Tlyasheva, R.S. Bairamgulova
(FSBEI HPE «Ufa State Petroleum Technological University», Ufa,
Russian Federation)

OIL SLUDGE AND FILLER MIXING MATHEMATICAL SIMULATION FOR A PYROLYSIS MODULE DESIGN

Введение

Разработка экологически безопасной установки для переработки нефтяных шламов с возможностью ее размещения на транспортных средствах повышенной проходимости на сегодняшний день является актуальной задачей.

Для решения указанной проблемы были разработаны конструкция модульной установки термической переработки нефтяных шламов, на которую получен патент на изобретение, и способ переработки нефтяных шламов, применимый, в том числе, и в авторской конструкции.

Цели и задачи

С помощью математической модели установить зависимость изменения суммарной площади теплопередачи, определяющей скорость нагрева шлама в процессе перемешивания с наполнителем, от гранулометрического состава и относительного объема последнего.

Результаты

Получены аналитические формулы суммарной площади теплопередачи как функции от геометрии днища и гранулометрического состава наполнителя сферической формы, применимые для разных относительных объемов наполнителя.

Установлено, что процесс нагрева перерабатываемого шлама ускоряется в степенной зависимости в течение технологического цикла за счет одновременного увеличения эффективной площади днища, а также количества и глубины погружения гранул наполнителя в шлам.

Background

Development of an ecologically clean oil sludge treatment unit which is mountable onto off-road vehicles is a highlight task nowadays.

The modular oil sludge thermal treatment unit design has been made in order to solve the above tasks; the corresponding patent has been obtained. Along with the unit design, the method of oil sludge treatment has been introduced and applied, in particular in the original design.

Aims and Objectives

To determine by means of mathematical simulation the dependence of the total heat transfer area change, which defines oil sludge heating rate during mixing with the filler, on the grain-size composition and relative volume of the filler.

Results

Analytical dependences of the total heat transfer area as a function of the bottom's geometry and grain-size composition of the spherical shape filler, applicable for fillers of various relative volumes, have been obtained.

It has been established that the process of heating up the treated oil sludge is speeded up in an exponential dependence during a technological cycle due to simultaneous increase of bottom's effective area, as well as of the amount and the depth of immersion of the filler particles.

Ключевые слова: нефтяной шлам, термическая переработка, модульная установка, математическое моделирование, наполнитель

Key words: oil sludge, thermal treatment, modular unit, mathematical simulation, filler

В последнее время развитие нефтяной промышленности связано с деятельностью нефтяных компаний в труднодоступных регионах, при этом становится актуальным вопрос разработки мобильной установки переработки нефтяного шлама, которую можно было бы установить на стандартную раму машин повышенной проходимости [1, 2].

В Уфимском государственном нефтяном техническом университете разработана конструкция установки термической переработки нефтешлама [3], реализуемая как в мобильном, так и в стационарном исполнении (рисунок 1) [4, 5].

В представленной конструкции модуля пиролиза [6, 7, 8] переработка нефтяного шлама происходит с использованием предварительно нагретого наполнителя определенного гранулированного состава, который за счет вращения роторов с лопатками интенсивно перемешивается с перерабатываемым сырьем, что обеспечивает более быстрый и равномерный прогрев нефтешлама [9, 10]. Это достигается за счет того, что нагретый наполнитель, внедряясь в структуру перерабатываемого шлама, многократно увеличивает интенсивность его подогрева, поскольку увеличивается площадь теплопередачи, в чем и заключается оригинальность предложенной технологии по сравнению с другими.

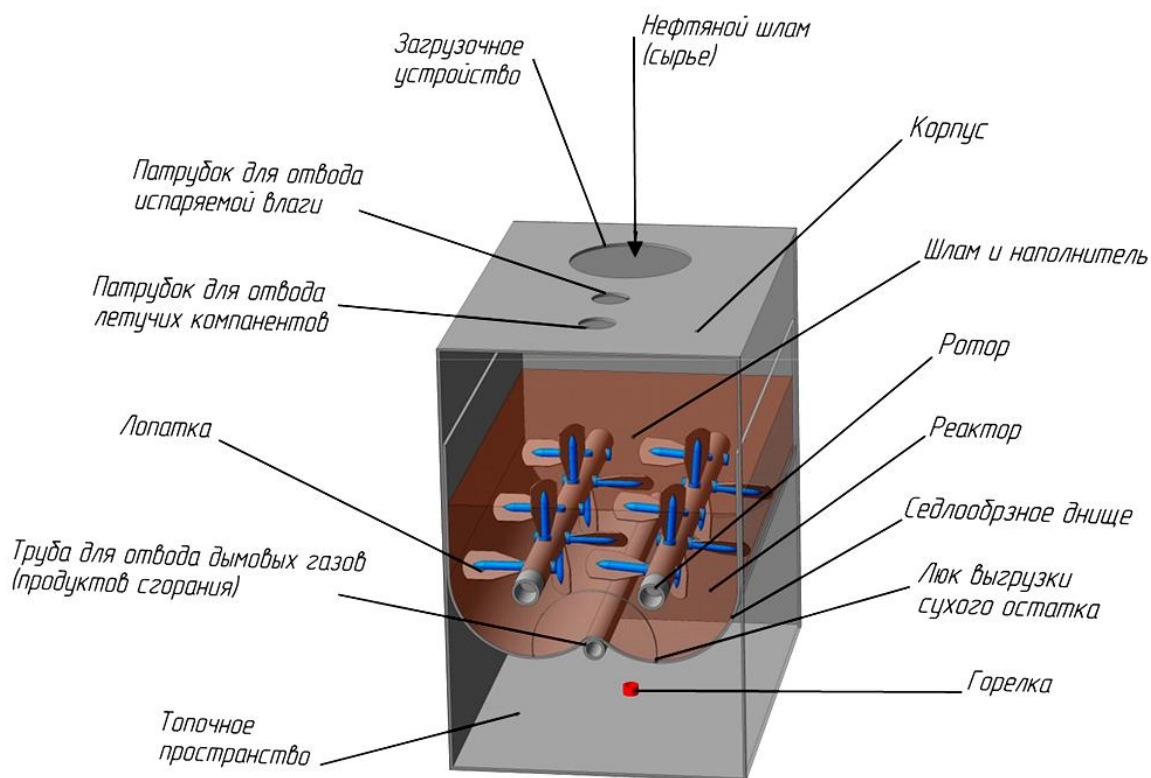


Рисунок 1 - Установка термической переработки нефтешлама

При разработке математической модели гранулы наполнителя были приняты сферической формы, которая, как известно, при равных объемах с другими формами обладает наименьшей площадью поверхности. Ее использование в дальнейших математических расчетах позволит оценить минимально возможную выгоду при нагревании шлама, так как любые другие формы имеют большую площадь поверхности, а значит будут быстрее отдавать тепло, тем самым еще больше ускорять процесс прогрева нефтяного шлама.

Для начала определим общую площадь теплопередачи $S_{общая}$:

$$S_{общая} = S_{днища} + S_{наполнителя}, \quad (1)$$

где $S_{днища}$ - площадь днища, через которую происходит нагрев шлама;

$S_{наполнителя}$ - площадь наполнителя, участвующего в нагревании шлама.

Теплопередающая площадь наполнителя определяется суммарной поверхностной площадью гранул, оказавшихся внутри шлама:

$$S_{наполнителя} = 4\pi r^2 t, \quad (2)$$

где r - радиус гранул наполнителя;

t - количество гранул наполнителя внутри шлама, которое изменяется от 0 до n ,

n - общее количество гранул наполнителя.

Для определения величины $S_{днища}$ рассмотрены два последовательных этапа процесса проникновения наполнителя в шлам:

- максимальный уровень наполнителя находится выше точки соединения двух частей седлообразных днищ;
- максимальный уровень наполнителя находится ниже точки соединения двух частей седлообразных днищ.

Рассмотрим первый случай, когда максимальный уровень наполнителя находится выше точки В соединения двух частей седлообразного днища (рисунок 2).

В процессе проникновения гранул наполнителя в шлам уровень наполнителя снижается, что приводит к увеличению теплопередающей площади днища, не перекрытой слоем наполнителя. В данном случае предельным значением, до которого может опуститься уровень наполнителя, является линия АВ (рисунок 2).

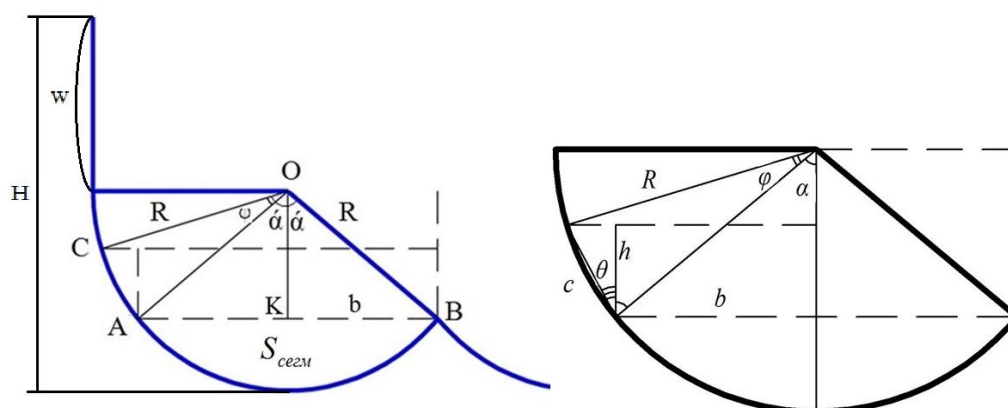


Рисунок 2 - Расчетная схема, когда уровень наполнителя находится выше точки соединения двух частей седлообразных днищ

В результате математических преобразований, определив величину $S_{\text{днища}}$, получили значение общей площади теплопередачи $S_{\text{общая}}$:

$$S_{\text{общая}} = 2S_{\text{const}} - L \cdot \sqrt{m \cdot (1 - kt)} + 4\pi r^2 t, \quad (3)$$

где L - длина днища модуля пиролиза;

t - количество гранул наполнителя внутри шлама;

r - радиус гранул наполнителя;

S_{const} , m , k - приведенные геометрические параметры модуля пиролиза:

$$S_{\text{const}} = (H - R)L + R \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin\left(\frac{b}{R}\right) \right) L - \left(2R \arcsin\left(\frac{b}{R}\right) - \frac{b^2}{R \left(\frac{1}{4} + \frac{b}{R} \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}} \right)} \right) \cdot L \quad (4)$$

;

$$m = a^2 - \frac{4 \frac{1}{2} R^2 \left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right) - \sin\left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right)\right) \right)}{\frac{1}{4} + \frac{b}{R} \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}}} + \frac{8\pi^3 n}{3L \left(\frac{1}{4} + \frac{b}{R} \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}} \right)}; \quad (5)$$

$$k = \left[\frac{3a^2 L \left(\frac{1}{4} + \frac{b}{R} \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}} \right) + 8\pi^3 n - 6LR^2 \left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right) - \sin\left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right)\right) \right) \right]^{-1}, \quad (6)$$

где H - высота заполнения модуля пиролиза перерабатываемой смесью шлама и наполнителя;

R - радиус изгиба седлообразного днища;

b - половина длины хорды AB , образующей сегмент;

a - приведенный геометрический параметр модуля пиролиза:

$$a = \frac{2b^2}{R \left(\frac{1}{4} + \frac{b}{R} \sqrt{1 - \frac{b^2}{R^2}} \right)}. \quad (7)$$

Из выражения 3 видно, что с ростом параметра t площадь днища $S_{\text{общая}}$, через которую происходит нагрев шлама, увеличивается.

Решением уравнения (3) является интеграл по dt . Нижним пределом является 0, а верхний предел определяем из указанного выше граничного условия: предельное значение, до которого может опуститься уровень наполнителя, является линия AB (рисунк 2). В результате определены следующие пределы параметра t

$$0 \leq t \leq n - \frac{3LR^2}{4\pi^3} \left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right) - \sin\left(2 \arcsin\left(\frac{b}{R}\right)\right) \right). \quad (8)$$

Рассмотрим второй этап, когда максимальный уровень наполнителя находится ниже точки соединения двух частей седлообразных днищ (рисунок 3).

Для определения площади днища $S_{\text{днища}}$, через которую происходит нагрев шлама на данном этапе, составлена новая расчетная схема, представленная на рисунке (3), а площадь наполнителя $S_{\text{наполнителя}}$, участвующего в нагревании шлама, определяется по приведенной выше формуле (2).

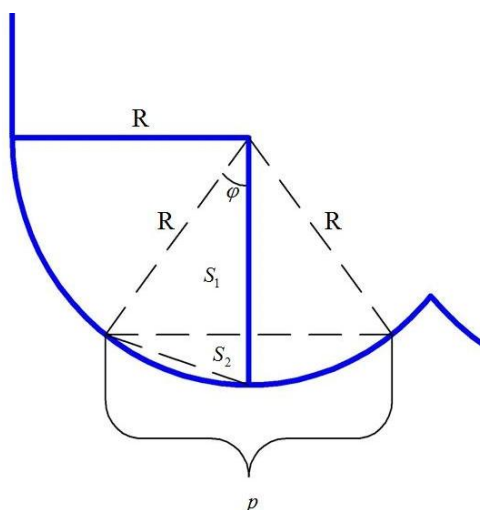


Рисунок 3 - Расчетная схема, когда уровень наполнителя находится ниже точки соединения двух частей седлообразных днищ

В результате проведенного математического моделирования перемешивания шлама и наполнителя была получена зависимость площади днища $S_{\text{днища}}$, через которую происходит нагрев шлама, а следовательно, и общей площади нагрева шлама $S_{\text{общая}}$ от количества гранул наполнителя внутри шлама t :

$$S_{\text{общая}} = 2L \left(H - R + R \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \left(\frac{b}{R} \right) \right) - 4r \cdot \sqrt[3]{\frac{R\pi n}{6L}} \left(1 - \frac{t}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \right) + 4\pi r^2 t. \quad (9)$$

Решением уравнения (9), также как и уравнения (3), является интеграл по dt с пределами интегрирования:

$$n - \frac{3LR^2}{4\pi r^3} \left(2 \arcsin \left(\frac{b}{R} \right) - \sin \left(2 \arcsin \left(\frac{b}{R} \right) \right) \right) \leq t \leq n. \quad (10)$$

Анализ уравнений (3) и (9) показал, что с увеличением параметра t общая площадь теплопередачи $S_{\text{общая}}$ возрастает. Таким образом, применение в процессе

переработки нефтяного шлама предварительно подогретого наполнителя способствует более быстрой и равномерной прогреву перерабатываемого сырья.

Выводы

1 Получены аналитические формулы суммарной площади теплопередачи как функции от геометрии днища и гранулометрического состава наполнителя сферической формы, применимые для разных относительных объемов наполнителя.

2 Установлено, что процесс нагрева перерабатываемого шлама ускоряется в степенной зависимости в течение технологического цикла за счет одновременного увеличения эффективной площади днища, а также количества и глубины погружения гранул наполнителя в шлам.

Литература

1. Байрамгулов А.С., Халитов Р.Ш. Анализ напряженно-деформированного состояния днища смесителя для переработки нефтешлама // 65-ая научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. тез. докл. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. С. 276-278.

2. Байрамгулов А.С. Анализ способов и пути решения проблем по утилизации нефтяных шламов // Науки о земле: современное состояние и приоритеты развития: матер. научн.-практ. конф. с международным участием. Дубай: Изд-во «Вектор Бук», 2013. С. 28-29.

3. Пат. 2553821 Российская Федерация, МПК F 23 G 7/14. Установка термической переработки нефтешлама / А.С. Байрамгулов, С.Г. Зубаиров, Р.Р. Тляшева, А.Ф. Ахметов, И.А. Мустафин (РФ). 2014112997/03; Заявлено 03.04.2014; Опубл. 20.06.2015, Бюл. 17.

4. Байрамгулов А.С., Зубаиров С.Г., Тляшева Р.Р., Халитов Р.Ш. Оптимизация конструкции модульной установки термической переработки нефтяных шламов // Нефтегазовое дело. 2014. Т. 12. № 3. С. 87-97.

5. Байрамгулов А.С., Зубаиров С.Г., Тляшева Р.Р., Халитов Р.Ш. Оценка напряженно-деформированного состояния усовершенствованной конструкции модульной установки термической переработки нефтяных шламов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2014. № 5. С. 238-264. Режим доступа: http://ogbus.ru/issues/5_2014/ogbus_5_2014_p238-264_BairamgulovAS_ru_en.pdf.

6. Байрамгулов А.С., Зубаиров С.Г., Тляшева Р.Р. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкции модуля пиролиза с учетом избыточного давления в реакторе // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. № 3. С. 360-375. Режим доступа: http://ogbus.ru/issues/3_2015/ogbus_3_2015_p360-375_BairamgulovAS_ru_en.pdf.

7. Байрамгулов А.С., Халитов Р.Ш. Оборудование для переработки нефтяного шлама // Остаточный ресурс нефтезаводского оборудования: сб. научн. тр. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. № 7. С. 141-142.

8. Байрамгулов А.С., Зубаиров С.Г., Тляшева Р.Р., Салихов И.А. Влияние внутреннего давления на характер распределения напряжений и деформаций в стенках реактора переработки нефтешлама // Электронный научный журнал «Нефтяная провинция». 2015. № 1. С. 127-136. Режим доступа: <http://www.vkrogaen.com/#1Электронный-научный-журнал-Нефтяная-провинция2015№1/c1zo4/B5C29404-10A0-4408-852F-729BC0BADAAB>.

9. Байрамгулов А.С., Зубаиров С.Г., Тляшева Р.Р. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкции модуля пиролиза с учетом нелинейности свойств материала // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. № 3. С. 376-395. Режим доступа: http://ogbus.ru/issues/3_2015/

References

1. Bairamgulov A.S., Khalitov R.Sh. Analiz napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya dnishcha smesatelya dlya pererabotki nefteshlama [Analysis of Stress-Strain State of the Bottom of the Mixer for Processing Oil Sludge]. Sbornik tezisev dokladov 65 nauchno-tekhnikheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh UGNTU [Collection of 65 Scientific and Technical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists USPTU]. Ufa, Izd-vo UGNTU, 2014, pp. 276-278. (in Russ.).

2. Bairamgulov A.S. Analiz sposobov i puti resheniya problem po utilizatsii neftyanykh shlamov [Analysis of the Methods and Ways of Solving Problems on Recycling of Oil Sludge]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnum uchastiem «Malootkhodnye, resurso-sberegayushchie khimicheskije tehnologiji i ekologicheskaya bezopasnost'»*, Dubai [Proceedings of Scientific and Practical Conference with International Participation «Earth Sciences: Current Status and Development Priorities», Dubai]. Moscow, Izd-vo «Vektor Buk», 2013, pp. 28-29. (in Russ.).

3. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R., Akhmetov A.F., Mustafin I.A. *Ustanovka termicheskoi pererabotki nefteshlama* [Installation of Thermal Processing of Sludge]. Patent RF, No. 2553821, 2015. (in Russ.).

4. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R., Khalitov R.Sh. Optimizatsiya konstruksii modul'noi ustanovki termicheskoi pererabotki neftyanykh shlamov [Oil Sludge Heat Treatment Modular Unit Design Optimization]. *Neftegazovoe delo - Oil and Gas Business*, 2014, T. 12, No. 3, pp. 87-97. (in Russ.).

5. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R., Khalitov R.Sh. Otsenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya usovershenstvovannoi konstruksii modul'noi ustanovki termicheskoi pererabotki neftyanykh shlamov [Evaluation of Strain-Stress State of the Improved Oil Sludge Thermal Treatment Modular Unit Design]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2014, No. 5, pp. 238-264. Available: http://ogbus.ru/issues/5_2014/ogbus_5_2014_p238-264_BairamgulovAS_ru_en.pdf. (in Russ.).

6. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruksii modul'ya piroliza s uchedom izbytochnogo davleniya v reaktore [Research of Strain-Stress State of a Pyrolysis Module Design Considering the Excess Pressure in the Reactor]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2015, No. 3, pp. 360-375. Available: http://ogbus.ru/issues/3_2015/ogbus_3_2015_p360-375_BairamgulovAS_ru_en.pdf. (in Russ.).

7. Bairamgulov A.S., Khalitov R.Sh. *Oborudovanie dlya*

ogbus_3_2015_p376-395_BairamgulovAS_ru.pdf.

10. Заявка на пат. 036518 Российская Федерация. Способ переработки нефтесодержащих отходов (шламов) / А.С. Байрамгулов, С.Г. Зубаиров, И.А. Салихов, Р.Р. Тляшева, А.Ф. Ахметов (РФ). № 2015123417; Заявлено 15.06.2015.

pererabotki neftyanogo shlama [Equipment for Processing Oil Sludge]. *Sbornik nauchnykh trudov V «Ostatochnyi resurs neftezavodskogo oborudovaniya»* [Collection of Scientific Works «Residual Life of Refinery Equipment»]. Ufa, Izd-vo UGNTU, 2014, No. 7, pp. 141-142. (in Russ.).

8. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R., Salikhov I.A. Vliyaniye vnutrennego davleniya na kharakter raspredeleniya napryazhenii i deformatsii v stenkakh reaktora pererabotki nefteshlama [The Effect of Internal Pressure on Distribution Pattern of Stresses and Strains at the Walls of Sludge Processing Reactor]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftyanaya provintsiya» - Electronic Scientific Journal «Oil Province»*, 2015, No. 1, pp. 127-136. Available: http://media.wix.com/ugd/2e67f9_ff403ed2540d45a49df366f631c4247b.pdf. (in Russ.).

9. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Tlyasheva R.R. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruksii modulya piroliza s uchetom nelineinosti svoisty materiala // *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2015, No. 3, pp. 376-395. Available: http://ogbus.ru/issues/3_2015/ogbus_3_2015_p376-395_BairamgulovAS_ru.pdf. (in Russ.).

10. Bairamgulov A.S., Zubairov S.G., Salikhov I.A., Tlyasheva R.R., Akhmetov A.F. Sposob pererabotki neftesoderzhashchikh otkhodov (shlamov) [Method for Processing of Oily Waste (Sludge)]. Zayavka na pat. 036518 (RF), No. 2015123417, 2015. (in Russ.).

Авторы

• Байрамгулов Азамат Салаватович
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
Ассистент кафедры «Механика и
конструирование машин»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 258-60-09
e-mail: zamich@yandex.ru

• Зубаиров Сибгат Гарифович, д-р. техн. наук,
профессор
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
Заведующий кафедрой «Механика и
конструирование машин»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 243-18-32

• Тляшева Резеда Рафисовна, д-р техн. наук,
профессор
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
Профессор кафедры «Технологические машины
и оборудование»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 242-08-34

• Байрамгулова Римма Сагитовна
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
Старший преподаватель кафедры «Математика»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 242-87-15

The Authors

• Bairamgulov Azamat S.
FSBEI HPE «Ufa State Petroleum Technological
University»
Assistant of Mechanics and Machine Construction
Chair
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian
Federation
tel: (347) 258-60-09
e-mail: zamich@yandex.ru

• Zubairov Sibagat G., Doctor of Technical Sciences,
Professor
FSBEI HPE «Ufa State Petroleum Technological
University»
Head of Mechanics and Machine Construction Chair
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian
Federation
tel: (347) 243-18-32

• Tlyasheva Rezeda R., Doctor of Technical
Sciences, Professor
FSBEI HPE «Ufa State Petroleum Technological
University»
Professor of Production Machines and Equipment
Chair
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian
Federation
tel: (347) 242-08-34

• Bairamgulova Rimma S.
FSBEI HPE «Ufa State Petroleum Technological
University»
Senior Teacher of Mathematics Chair
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian
Federation
tel: (347) 242-87-15

К сведению авторов

В научно-техническом журнале «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» публикуются статьи по вопросам теории и практики добычи, сбора, подготовки и транспорта нефти, надежности и антикоррозионной защиты трубопроводов и нефтегазового оборудования, уделяется внимание промышленной и пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли, экономическим и экологическим проблемам, а также размещаются сообщения о конференциях, совещаниях и другие информационные материалы.

Статьи, планируемые к опубликованию в нашем журнале, проходят процедуры внешнего и внутреннего рецензирования и утверждения на заседании редакционной коллегии.

Требования к оформлению статей

1. Статья должна сопровождаться внешней рецензией высококвалифицированного специалиста, имеющего ученую степень доктора наук.
2. Название статьи, ф.и.о. авторов, аннотации или авторское резюме, ключевые слова - на русском и английском языках. Авторское резюме, на русском и английском языках, должно иметь оптимальный объем (500-600 знаков минимум) и отражать краткое содержание статьи. Предлагается в резюме сохранить структуру статьи: введение, цели и задачи, методы исследования, результаты, выводы.
3. Статья обязательно должна содержать УДК, вывод(ы) и список использованной литературы.
4. Подписи всех авторов, нумерация по порядку, начиная с первой страницы, включая список литературы.
5. К статье прилагается авторская карточка:
 - ф.и.о. авторов (полностью), ученая степень, научное звание, должность;
 - место работы (полное наименование) с указанием индекса и почтового адреса, рабочего телефона и e-mail;
 - контактный телефон для обсуждения вопросов по тексту статьи.Данная информация должна быть представлена на русском и английском языках.
6. Формат листа - А4, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5. Поля - 2 см. Объем статьи не должен превышать 15 страниц.
7. Графический материал и рисунки, выполненные в формате .jpg, .tif (разрешение не менее 300 dpi), должны располагаться в тексте, а также предоставляться отдельными файлами с названиями «рисунок1», «рисунок2» и т.д., количество рисунков не более 10.
8. Формулы должны быть выполнены в редакторе формул, число формул не более 12 (промежуточные формулы не приводить).
9. Пристатейные библиографические списки должны быть представлены в двух вариантах:
 - а) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (Решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 14.10.2008 № 45.1-132);
 - б) в соответствии с требованиями SCOPUS (http://shkola.neicon.ru/files/documents/1_2_kirillovometrec_2012.pdf) в транслитерации буквами латинского алфавита (на сайте <http://www.translit.ru> можно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу - вариант BSI) с переводом источников публикации на английский язык. В тексте статьи (при ссылке или цитировании) указывать в квадратных скобках номер источника из приведенного списка. Количество источников не менее 10.
10. Наряду с печатным текстом необходимо предоставить электронный вариант статьи на электронных носителях или по электронной почте (e-mail: VNRyabukhina@yandex.ru). Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Редакторы:

В.Н. Рябухина

Л.А. Беляева

Контактный телефон (347) 258-60-09 доб. 27-63

Сайт журнала: www.ntj.ipter.ru

Сдано в набор 11.03.2016 г. Подписано в печать 11.03.2016 г. Формат 60 x 90 1/8.
Бумага офсетная № 1. Усл. печ. л. 16,5 Уч.-изд. л. 16,75. Тираж 1000 экз. Заказ 62.
Институт проблем транспорта энергоресурсов.
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.