

ных стадий процесса горения при минимальных избытках воздуха благоприятно скажется на уменьшении образования «топливных» окислов азота.

Одновременно с перечисленными положительными явлениями при сжигании ВТЭ уменьшается скорость отложений на газовой стороне поверхностей нагрева котла (вследствие уменьшения сажеобразования), что увеличивает срок эксплуатации котла между чистками.

#### Список литературы:

- [1] Иванов В.М. Топливные эмульсии. М.: АН СССР, 1970.
- [2] Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра, 1988.

*И.С. Сухарев*  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА НАСЫЩЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ГАЗОМ

Земснаряд, сапропель, аэратор, вязко-пластичная жидкость, газожидкостное течение.

Использование эффективного устройства насыщения вязкопластичных жидкостей газом совместно с прерывателем потока воздуха в составе насосной установки позволяет создать особую структуру течения газо-жидкостной смеси, имеющую пониженные показатели вязкости и напряжения сдвига в трубопроводе, что позволяет снизить энергозатраты при добыче и транспортировке вязкопластичных жидкостей (сапропелей, лечебных грязей, высокопарафинистых сортов нефти, гудронов, жидкого бесподстилочного навоза, канализационных шлаков, красок, глинистых растворов и др.), а также увеличить дальность транспортирования и производительность установки в целом.

Добыча и транспортирование вязко-пластичных жидкостей связаны с повышенными удельными энергозатратами в связи с их высокой вязкостью. В природе эти жидкости представляют собой в основном высокопарафинистые нефти и сапропель. Залежи сапропеля в России составляют 30% (230 млрд. м<sup>3</sup>) всех мировых запасов, а 90% водоемов России требуют очистки от илистых донных отложений. В 2014 добыто 398 млн.т высокопарафинистой нефти, общие запасы в РФ которой оцениваются в 7 млрд.т. В настоящее время осуществляется строительство Мурманского и Заполярное-Пурпе нефтепроводов суммарной мощностью 100 млн. т в год и протяженностью 14 тыс. км. Проблема прокладки нефтепроводов в условиях вечной мерзлоты связана не только со высокими строительными издержками, но и значительным экологическим ущербом, связанное с таянием многолетней криолитозоны, которое возникает при транспортировке нагретой нефти.

Кроме того, существуют техногенные отложения в прудах-накопителях НПЗ, где ежегодно образуется 20 млн. т кислого гудрона в виде отходов. На данный момент только в Нижегородской области складированы 250 тыс.т гудронов в прудах-накопителях. Предлагаемое к разработке устройство позволит также снизить затраты на гидротранспорт и других вязко-пластичных жидкостей, к которым относятся: мазуты, строительные и буровые растворы, полимеры, пищевые продукты и т.п. Решение данной проблемы находится в соответствии в с ФЗ РФ от 23.11.2009 г. №261-ФЗ; Указ Президента РФ от 4.06.2008.

В настоящее время для гидротранспорта вязкопластичных жидкостей используются установки с центробежными и поршневыми насосами, недостатки которых:

1. необходимость подогрева перекачиваемой жидкости;
2. необходимость в высокочрезвычайных средствах повышения текучести материалов: ультразвуковое и вибрационное воздействие, введение ПАВ и т.п.;
3. повышенные значения удельных энергетических затрат на гидротранспорт по сравнению с шнековыми насосами.

В России используются насосные установки с центробежными, поршневыми и шнековыми насосами, для которых проблема высоких удельных энергетических затрат на гидротранспорт остается актуальной.

Теоретическое обоснование эффекта повышения текучести аэрированной вязкопластичной жидкости заключается в том, что при насыщении вязкопластичной жидкости пузырьками газа снижаются энергетические затраты на ее гидротранспорт в результате уменьшения предельного напряжения сдвига и вязкости. За счет этого происходит увеличение производительности насосной установки и дальности транспортирования.

Ожидаемый эффект при использовании разрабатываемого устройства можно оценить по основным параметрам добычи и гидротранспорта сапропеля, показанным на рис. 1 и 2.

Достижение необходимой дисперсной структуры течения газожидкостной смеси возможно только при использовании в установке прерывателя потока газа, который позволит получать дискретную газовую фазу с заданными параметрами, т.е. размером частиц – пузырьков.

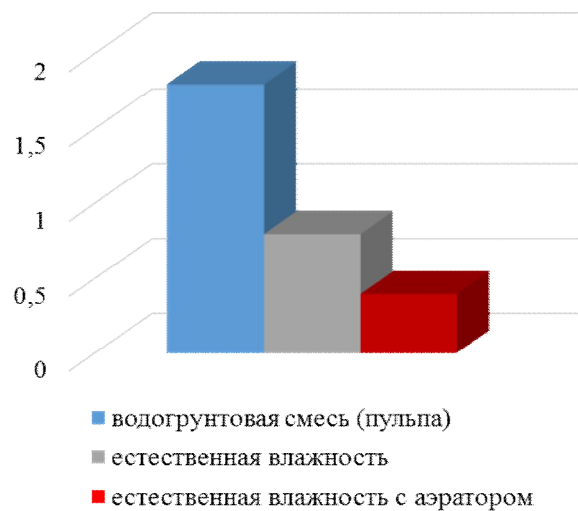


Рис. 1. Удельные затраты энергии на добычу сапропеля при диаметре трубы  $D=159$  мм, кВт·ч/м³

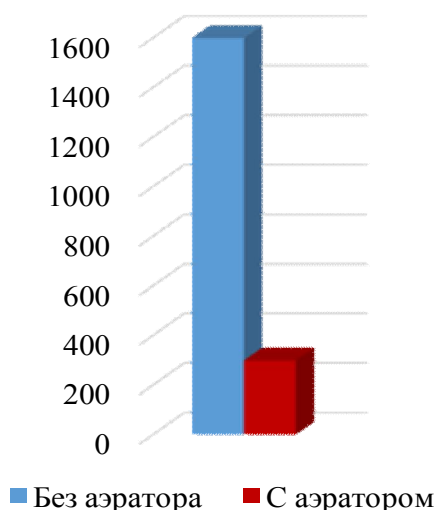


Рис. 2. Гидравлический уклон при транспортировании сапропеля естественной влажности, Па/м

Потенциальными покупателями и заинтересованными организациями являются:

1. Предприятия изготавливающие и эксплуатирующие земснаряды
2. Предприятия, транспортирующие (как основной вид деятельности, либо технологический процесс) по трубопроводам вязко-пластичные жидкости:

- 1) нефтедобывающий и нефтеперерабатывающий комплекс;
- 2) предприятия химической промышленности;
- 3) предприятия пищевой промышленности и линии экструзии.

3. Предприятия, занимающиеся сбором и переработкой отходов

Основными преимуществами разрабатываемых устройств являются:

1. снижение удельных энергозатрат и себестоимости продукции на 30–10%;
2. увеличение производительности существующих установок на 20% без использования ПАВ, нагрева, ультразвуковых и вибрационных установок и нанесения ущерба окружающей среде;
3. простота и надежность в эксплуатации;
4. расширение области применения земснарядов для добычи и дноуглубления.

#### Список литературы:

- [1] Арефьев Н.Н. Научное обоснование технических решений и разработка на их основе средств повышения эффективности судовых энергетических установок землесосных снарядов: дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н.: 05.08.05/ Николай Николаевич Арефьев; ВГАВТ. – Н. Новгород, 2010. – 389 с.
- [2] Арефьев Н.Н., Сухарев И.С. «Расчет радиуса пузырька газа при аэрации вязкопластичных жидкостей»; Вестник ВГАВТ, №40. – Н. Новгород, 2014. – 241–243 с.
- [3] Грунтозаборное устройство землесосного снаряда: пат. 1613616 Рос. Федерация: МКИ<sup>5</sup> E02F3/88, E21C45/00/ Н.Н. Арефьев, Н.В. Лукин, Е.Ю. Милославский; заявитель ГИИВТ (СССР), патентообладатель Н.Н. Арефьев (RU). – №4483682/27-03; заявл. 19.09.88; опубл. 15.12.90, Бюл. №46.
- [4] <http://www.goszakupki.gov.ru>