

**Исследование влияния параметрических факторов на технологические процессы последовательной перекачки нефтепродуктов в магистральном трубопроводе**

**Научный руководитель – Шестаков Роман Алексеевич**

*Ванчугов Иван Михайлович*

*Студент (бакалавр)*

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,  
Факультет проектирования, сооружения и эксплуатации систем трубопроводного транспорта, Кафедра нефтепродуктообеспечения и газоснабжения, Москва, Россия  
*E-mail: vanchugov.i@gubkin.ru*

**АННОТАЦИЯ**

В работе проводится исследование процессов смесеобразования при последовательной перекачке нефтепродуктов прямым контактированием. Моделирование процессов смесеобразования осуществляется с учетом влияния неоднородности температуры окружающего трубопровод грунта, а также диссипации энергии на силы трения между слоями транспортируемых продуктов.

**ABSTRACT**

The paper investigates the processes of mixture formation during sequential pumping of petroleum products by direct contact. The modeling of the mixing processes is carried out taking into account the influence of the heterogeneity of the temperature of the soil surrounding the pipeline, as well as the dissipation of energy on the friction forces between the layers of transported products.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

Нефтепродукт, трубопровод, смесеобразование, последовательная перекачка, моделирование, технологический процесс, метод прямого контактирования, партия.

**KEYWORDS**

Petroleum product, pipeline, mixing, sequential pumping, modeling, technological process, direct contact method, batch.

Протяженность трубопроводных систем в Российской Федерации исчисляется десятками тысяч километров. Выбор компаний в пользу трубопроводного транспорта обусловлен достаточно экономичностью, динамичностью и что не маловажно экологичностью данного вида транспорта. Однако трубопроводная транспортировка имеет и ряд существенных недостатков: основная смысл которых заключается в возможном негативном влиянии на качество транспортируемого продукта или сырья [1-2].

В ходе выполнения научно-исследовательской работы был разработан программный комплекс, позволяющий производить моделирование работы нефтепроводов и нефтепродуктопроводов и как следствие моделировать эксплуатационные гидромеханические и термодинамические процессы, в том числе исследовать наличие вставок и различных отклонений геометрической формы трубопровода на процессы образования смесей на технологические параметры магистрального нефтепродуктопровода при последовательной перекачке прямым контактированием светлых нефтепродуктов [3].

Примерами применения разработанной математической модели и программного комплекса являются определение зависимостей, в том числе, сэкономленных средств, при применении частотного регулирования привода (ЧРП) магистральных насосных агрегатов по отношению к стандартному режиму на технологическом участке магистрального нефтепродуктопровода в течение года.

Рисунок 1 Пример построения зависимости сэкономленных средств (на примере нефтепродуктопровода и оптовых цен на электроэнергию в городе N)

В ходе численного моделирования было выявлено, что учет вышеописанных факторов на объем образующейся при последовательной перекачке смеси находится в рамках погрешности контрольно-измерительных приборов. Однако, в то же самое время, при учете тех же самых факторов, выясняется, что изменение потерь по длине на давление и напор изменится значительно, что в свою очередь при применении ЧРП позволяет значительно сэкономить уменьшении затрат на электроэнергию, что приведет к повышению энергоэффективности в годовом эквиваленте.

### Источники и литература

- 1) 1. Vanchugov, I. M. Influence of accounting for thermodynamic processes on the processes of mixture formation during sequential pumping of petroleum products / I. M. Vanchugov, R. A. Shestakov // Oil and Gas Science and Technology. – 2021. – Vol. 76. – P. 76. – DOI 10.2516/ogst/2020100.
- 2) 2. Zhou X., Zhang H., Xin S., Yan Y., Long Y., Yuan M., Liang Y. Future scenario of China's downstream oil supply chain: Low carbon-oriented optimization for the design of planned multi-product pipelines (2020) Journal of Cleaner Production, 244, art. no. 118866, Cited 22 times. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118866
- 3) 3. Shestakov, R. A. Influence of multiproduct pipeline telescopicity design on the process of mixing during sequential pumping / R. A. Shestakov, I. M. Vanchugov // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. – 2022. – Vol. 3. – No 6/н. – DOI 10.1016/j.jksues.2022.05.002. –

### Иллюстрации

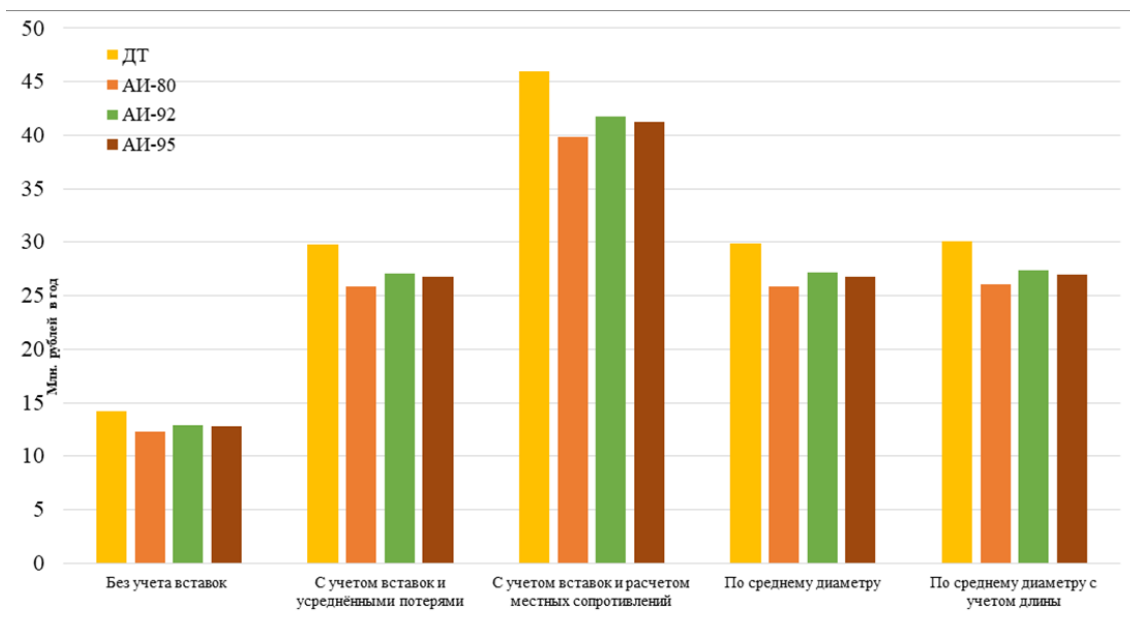


Рис. Рисунок 1 Пример построения зависимости сэкономленных средств (на примере нефтепродуктопровода и оптовых цен на электроэнергию в городе N)