

## ЗАВИСИМОСТЬ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА ОТ ОБЪЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СМЕСИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**А. Н. ВОРОНИН, А. Д. КОНДРАТЮК, канд. экон. наук, доц. С. В. БОСЛОВЯК**

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,  
Новополоцк, Беларусь

Сущность последовательной перекачки прямым контактированием состоит в том, что разнosoртные нефтепродукты, объединенные в отдельные партии по несколько тысяч или десятков тысяч тонн каждая, закачивают в трубопровод последовательно и транспортируют так до самого потребителя. При этом каждая партия вытесняет предыдущую и в свою очередь вытесняется последующей [1].

При последовательной перекачке нефтепродуктов прямым контактированием в местах контакта партий различных марок образуется смесь исходных нефтепродуктов. Причиной смесеобразования является неравномерное вытеснение одной жидкости другой. Скорость частиц жидкости на оси трубопровода больше, чем у его стенок, поэтому клин позади идущей жидкости внедряется в жидкость, идущую впереди, а процессы турбулентного перемешивания размешивают вытесняющий нефтепродукт по сечению трубопровода. Такая особенность объясняется физическими процессами, сопровождающими вытеснение одной жидкости другой, и не может быть полностью устранена.

Для уменьшения смесеобразования при транспортировке нефтепродуктов методом последовательной перекачки прямым контактированием необходимо вести ее с максимально высокими скоростями в условиях развитого турбулентного режима при числе Рейнольдса, равном значению 25000 и выше. В таких режимах распределение скоростей жидкости в сечении трубопровода происходит более равномерно, полнота вытеснения одним нефтепродуктом другого увеличивается, а количество образующейся смеси уменьшается. С целью уменьшения смесеобразования рекомендуется устанавливать режим перекачки нефтепродуктов со скоростью потока не менее 0,75 м/с [2].

При эксплуатации нефтепродуктопровода может возникать необходимость снижения маршрутных объемов партий, транспортируемых по одному трубопроводу методом последовательной перекачки в связи с изменением спроса на поставку нефтепродуктов на конечном пункте. В таком случае режим транспортирования претерпит изменение, при котором скорость движения партий нефтепродуктов будет находиться ниже значения, рекомендованного техническими нормативными правовыми актами для минимизации объема технологической смеси. Это изменение вызовет увеличение объема технологической смеси в зоне контакта партий нефтепродуктов, что может создать условия для невозможности раскладки всего объема технологической смеси по резервуарам на конечном пункте.

Оператор магистрального нефтепродуктопровода в условиях необходимости транспортирования партий нефтепродуктов ниже рекомендуемых скоростей перекачки может быть заинтересован в нахождении оптимального экономического баланса между объемом технологической смеси и мощностью, потребляемой магистральным насосом. Для нахождения такого баланса необходимо построить графическую зависимость мощности, потребляемой магистральным насосом, от объема технологической смеси. Поскольку не существует готового математического выражения, обобщающего зависимость потребляемой мощности от количества технологической смеси, то с целью удобства реализации получение такой графической

зависимости предлагается выполнить последовательно в три этапа, используя скорость транспортирования партий нефтепродуктов в качестве промежуточного параметра.

На первом этапе следует произвести расчет с определением зависимости объема технологической смеси от скорости движения нефтепродукта, что позволит оператору магистрального нефтепродуктопровода оценить возможность раскладки технологической смеси по резервуарам на конечном пункте в соответствии с существующим объемом резервуарного парка. На втором этапе необходимо выполнить расчет с определением зависимости мощности, потребляемой насосным агрегатом, от скорости движения нефтепродукта, что для оператора магистрального нефтепродуктопровода создаст условия для оценки финансовых затрат в связи с изменениями производительности трубопровода. На третьем этапе необходимо взять данные образуемых объемов смесей и соответствующих им потребляемых мощностей и построить график зависимости потребляемой мощности насосного агрегата от объема технологической смеси.

При уменьшении объемов перекачки ниже проектных номинальных значений коэффициент полезного действия магистральных насосов снижается. В настоящее время в практике эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов с целью избегания снижения коэффициента полезного действия насосов при изменении режима перекачки нашло применение использование частотно-регулируемого привода. Применение частотного преобразователя для регулирования частоты вращения роторов магистральных насосов имеет ряд существенных преимуществ. При регулировании объема перекачки снижением частоты вращения, то максимальные значения коэффициента полезного действия смешаются в область меньших подач. Это свойство коэффициента полезного действия насосов позволяет сохранить высокий коэффициент полезного действия насосов и электродвигателей в широком диапазоне режимов перекачки. При этом снижаются потери мощности и электроэнергии в магистральном нефтепродуктопроводе и электродвигателях, повышается эквивалентный коэффициент полезного действия перекачки и снижаются удельные затраты электроэнергии как по сравнению с методом подбора числа насосов, так и с методом циклической перекачки [3].

Уменьшение производительности нефтепродуктопровода приводит к увеличению технологической смеси и снижению мощности, потребляемой магистральным насосным агрегатом, и, соответственно, снижению затрат за электроэнергию оптимального экономического баланса между объемом технологической смеси и мощностью, потребляемой магистральным насосом. Таким образом, определение графической зависимости потребляемой мощности насосного агрегата от количества технологической смеси, реализуемой в три этапа, позволяет выбрать оптимальный экономический баланс между объемом технологической смеси с возможностью раскладки на конечном пункте и мощностью, потребляемой магистральным насосом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ишмухаметов И. Т., Исаев С. Л., Лурье М. В., Макаров С. П. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов. Учебно-практическое пособие по вопросам теории и расчета // под общ.ред. проф. М. В. Лурье. – Москва: «Нефть и газ», 1999.
2. Стандарт организации. Инструкция по транспортированию нефтепродуктов по магистральным нефтепродуктопроводам системы ОАО "АК "Транснефтьпродукт" методом последовательной перекачки СО – 06 –16 –АКТНП – 003 – 2004.
3. Шарнина Г. С., Щур С. В. Экономическая эффективность применения ЧРП для корректировки давления роторов магистральных насосов нефтеперекачивающих станций // Neftegaz.RU2022. – № 12.