



Рис. 2 Виды штрыбы, полученные при использовании молотков:

а – цилиндрических ценных; б – параллелепипедных (1 ряд); в – параллелепипедных (3 ряда); материал: а и б – бетон, в – каменная соль

В дальнейшей работе на представленном стенде планируется:

- исследовать процесс послойного инерционно-ударного разрушения образцов различных твердых материалов и горных пород методом физического моделирования;
- определить наиболее рациональное количество ударных элементов и порядок их размещения на роторе для эффективного разрушения различных материалов;
- определить удельную энергоемкость разрушения различных горных пород и твердых материалов с помощью инерционно-ударного рабочего органа.

Литература

1. Маттис А.Р., Ческидов В.И., Яковлев В.Л. и др. Безвзрывные технологии открытой добычи твердых полезных ископаемых / отв. ред. В.Н. Опарин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 337 с.
2. Сердцева Ж.В. Об ударном разрушении пород средней прочности / Ж.В. Сердцева, А.Я. Тишков, Л.И. Гендлина, С.Я. Левенсон // Сб. трудов II международной конференции "Динамика и прочность горных машин". – г. Новосибирск, ИГД СО РАН, 2003. – С. 83 – 87.
3. Фокин А.Б. О возможности использования инерционно-ударного способа разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых // Труды XXIII Международного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр». – г. Томск, ТПУ, 2019. – Т. 2. – С. 523 – 525.
4. Фокин А.Б. Обоснование конструкции стенда для исследования процесса инерционно-ударного разрушения твердых горных пород // Труды XXIV Международного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр». – г. Томск: ТПУ, 2020. – Т. 2. – С. 496 – 497.

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Юсупов М.М.

Научный руководитель - доцент Е.Ю. Валитова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность. В настоящее время осуществление перекачки нефти по трубопроводам в системе трубопроводного транспорта эксплуатируется большое количество перекачивающих агрегатов, которые потребляют значительный объем электрической энергии, расход электроэнергии напрямую зависит от выбранных режимов транспортировки углеводородов. Как следует из применяемых современных технологических режимов перекачки их переменность может быть разной, что в итоге позволяет варьировать весь объем энергопотребления в целом.

С другой стороны, на федеральном уровне (ФЗ № 261 [1]), постоянно ведется регламентирование сокращения расходов электроэнергии. Поэтому выбор наименее затратного, с точки зрения энергопотребления, способа перекачки нефти на конкретном участке нефтепровода является приоритетной задачей. Исходя из вышеуказанного, тема статьи «Повышение ресурсоэффективности эксплуатации насосных агрегатов» актуальна.

Целью работы является выбор оптимальной технологии повышения ресурсоэффективности при перекачке нефти и нефтепродуктов по магистральному нефтепроводу.

Использование оборудования для снижения гидравлических нагрузок [2,3] обеспечит увеличение срока эксплуатации и экономию электроэнергии. Зачастую, для увеличения пропускной способности трубопровода и для снижения гидравлических нагрузок при транспортировке нефти и нефтепродуктов по магистральному нефтепроводу, применяются следующие методы, представленные на рис.1.



Рис. 1 Методы снижения гидравлических нагрузок

Общая характеристика приведенных методов в виде табличных данных, которые более подробно рассмотрим ниже (табл.1).

Таблица 1

Общая характеристика современных методов для снижения гидравлических нагрузок

Название	Достоинства	Недостатки
Установка вставок большего диаметра	увеличивается пропускная способность нефтепровода	неудобство внедрения вставки в трубопровод
Строительство лупингов	увеличивается пропускная способность нефтепровода	для строительства лупинга используют те же материалы, что и для основной линии, что увеличивает металлоемкость проекта
Сооружение дополнительных насосных станций	- увеличивается пропускная способность нефтепровода; - большая скорость потока способствует снижению объемов отложений АСПО	увеличение количества насосных станций, может привести к аварии

Врезка вставки большего диаметра повышает пропускную способность магистрального нефтепровода, однако недостатком данной технологии является необходимость остановки и очистки нефтепровода для установки секции.

Метод прокладки лупингов не имеет указанного выше недостатка. Монтаж параллельной нитки возможен без прерывания работы основной линии. Соединение параллельной и основной линии занимает сравнительно небольшое количество времени. Применение системы лупингов не повышает рабочее давление в трубопроводе, а также позволяет увеличить объем транспортируемой нефти без значительного увеличения удельных затрат (даже с учетом дополнительных перекачивающих станций) [4].

Технология повышения количества насосных агрегатов на НПС приводит к увеличению давления в трубопроводе, тем самым влияет на повышение пропускной способности, что в свою очередь напрямую приводит к сокращению энергозатрат и повышению ресурсоэффективности магистрального нефтепровода, несмотря на то, что мощности насосных станций приводит к росту давления в системе, что может в свою очередь являться причиной аварии, этот метод повышения ресурсоэффективности на сегодняшний день является наиболее актуальным.

Исходя из перечисленного выше материала хотелось бы более подробно рассмотреть метод увеличения НПС.

Технология поэтапного ввода нефтепровода в эксплуатацию, принятого на этапе проектирования, повышение его производительности достигается строительством промежуточных НПС и включением в работу дополнительных насосов на уже существующих станциях.

Если же в проекте не предусмотрено повышение производительности, то в данном случае необходимо воспользоваться вариантом увеличения числа насосных станций (рис.2).



Рис.2 Технологическая схема НПС

Данный вариант предполагает, что все станции будут работать в относительно одинаковых условиях и перегоны между НПС будут разделены примерно пополам.

Исходя из того, что изменение производительности нефтепровода при удвоении насосных станций увеличивается, то новая рабочая точка может сместиться за пределы рабочей зоны насосов (зоны оптимальных к.п.д.). Следовательно, одновременно с увеличением числа насосных станций, необходимо заменить и устанавливаемое на них оборудование [5,6].

Целесообразность применения данного метода для повышения производительности нефтепровода оценивают по коэффициенту увеличения пропускной способности, который выражается следующей зависимостью:

$$\chi = 2^{\frac{1}{2-m}}, \quad (1)$$

m - количество последовательно включенных МНА на НПС, шт;

Исходя из приведенной выше формулы, можно сделать вывод, что при ламинарном режиме течения ($m=1$), когда $\chi = 2$, увеличение числа насосных станций ведет к удвоению пропускной способности трубопровода. Напор, развиваемый насосными станциями, остается постоянным, что до расширения трубопровода, что после. Для гидравлически гладких труб при турбулентном течении ($m=0,25$) увеличение числа НПС в два раза ведет к увеличению пропускной способности трубопровода в 1,486 раза, в гидравлически шероховатых трубах ($m=0$) – в 1,414 раза.

Таким образом, увеличение числа насосных станций имеет смысл, когда заданное увеличение пропускной способности близко к числу $2^{\frac{1}{2-m}}$. Если это значение слишком мало ($\chi \ll 2^{\frac{1}{2-m}}$), то увеличение числа насосных станций нецелесообразно, поскольку они будут работать с недогрузкой. При слишком большом коэффициенте увеличения пропускной способности ($\chi \gg 2^{\frac{1}{2-m}}$) более рационально применение сложных схем, например комбинирование удвоения числа перекачивающих станций и прокладку лупинга.

Материалы, изложенные в данной статье, свидетельствуют о важности выбора оптимальных технологий, позволяющих снижать объем гидравлических потерь, тем самым повышая ресурсосбережение и ресурсоэффективность при перемещении углеводородных средств, следовательно, оказывать влияние на объемы энергопотребления перекачивающего оборудования.

Литература

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Бархатов, А.Ф. Задача выбора способа плавного регулирования при последовательной перекачке партий нефти / А.Ф. Бархатов // Материалы X Международной учебно-научно-практической конференции. – 2015. – С. 27-29.
3. Быков, К.В. Повышение эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с регулированием частоты вращения насосных агрегатов: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.19 / Быков Кирилл Владимирович. – СПб., 2014. – 138 с.
4. Васильковский, В.В. Частотно-регулируемый электропривод насосных агрегатов в нефтепродуктопроводном транспорте / В.В. Васильковский // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1989. – №6. – С. 36-38.
5. Вязунов, Е.В. Быстродействие системы регулирования давления насосной станции при заданной скорости хода регулирующего элемента [Электронный ресурс] / Е.В. Вязунов, А.Ф. Бархатов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2014. №2. – ежим доступа: http://ogbus.ru/authors/VyazunovEV/VyazunovEV_2.pdf.
6. Вязунов, Е.В. Определение оптимальных характеристик насосных агрегатов магистральных трубопроводов / Е.В. Вязунов // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – 1968. – №5. – С. 10-13.