

Наука и просвещение: технологии и инновации

Иншаков Сергей Владимирович,

к.т.н., доцент кафедры инженерного обеспечения предприятий АПК,
ФГБОУ ВО «Приморская ГСХА»,
г. Уссурийск;

Чемезов Илья Игоревич,

Леченко Геннадий Евгеньевич,

магистранты кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимия»,
Дальневосточный Федеральный университет,
г. Владивосток

РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАВИХРИТЕЛЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В работе представлено описание расчета себестоимости завихрителя, предназначенного для увеличения производительности трубопровода, при использовании двух режимов работы магистрального нефтепровода.

Ключевые слова: завихритель, увеличение производительности, экономия электроэнергии, магистральный трубопровод, мощность насоса.

В данной работе производится описание расчета себестоимости завихрителя, описанного в [1].

При отсутствии перекачивающих агрегатов с регулируемой частотой вращения ротора насоса эксплуатация нефтепровода производится на различных режимах, смена которых происходит дискретно. При этом возникает задача выбора из ряда возможных режимов наиболее целесообразных.

Наука и просвещение: технологии и инновации

Применение какого-либо метода снижения гидравлических потерь не дает представления об экономии электроэнергии, затраченную на перекачку, напрямую. Так как применение метода снижения гидравлических потерь ведет к смещению рабочей точки и, соответственно, необходимости поиска нового оптимального режима работы системы «НПС – трубопровод».

Проследим экономическую эффективность устройства на примере анализа экономии электроэнергии на технологическом участке за счет снижения количества дней работы системы на максимальном режиме. Это становится возможным из-за увеличения производительности трубопровода.

В таблице 1 приведены реальные данные потребления электроэнергии на одном из технологических участков трубопровода с годовой производительностью в 31,3 млн т. Как видно из таблицы достижение такой производительности становится возможным с помощью использования двух режимов работы с различным количеством дней использования каждого. Так же из таблицы стоит подчеркнуть, что для расчета затрат используется двухставочный тариф. При расчете использовались следующие значения тарифов: тариф на электроэнергию – 0,99 руб/кВт·час и тариф на мощность 551,47 руб/кВт.

Таблица 1.

Расчет расходов на электроэнергию и мощность
при работе технологического участка на двух режимах

Режим	1-1	1-2
Производительность режима, млн т	34,7	30
Мощность МНА, кВт	11 421	9 800
Мощность СН, кВт	723	723
ИТОГО, кВт	12 144	10 523

Наука и просвещение: технологии и инновации

Дней работы режима	95	255
Месяцев работы режима	3,2	8,5
Потребление ЭЭ, кВт*ч	27 688 320	64 400 760
Затраченная мощность, кВт	38 861	89 446
Расходы на ЭЭ, руб	27 512 751	63 992 401
Расходы на мощность, руб	21 430 434	49 326 207
ИТОГО расходы	162 261 792,7	

Проследим каким изменениям претерпят значения таблицы при условии, что с помощью применения завихрителя удастся повысить производительность каждого режима на 3%.

Так же примем во внимание, что согласно формуле 19, мощность МНА вычисляется как:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot g}{n} \quad (1)$$

где Q – производительность, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – напор, м;

ρ – плотность нефти, $\text{кг}/\text{м}^3$;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

n – КПД насоса.

Исходя из формулы 19, чем больше производительность, тем больше затрачиваемая мощность. Но стоит принять во внимание факт, что значение развиваемого напора H снизится.

Не представляется возможным рассчитать точные значения мощности МНА, т.к. они полностью зависят от новых параметров режимов. Но точно можно утверждать, принимая во внимание формулу 1, что эти значения мощности не будут меньше, чем в таблице 1.

Для упрощения расчетов примем, что мощность МНА на новых режимах равна значениям, представленным в таблице 1. А производитель-

Наука и просвещение: технологии и инновации

ность, как было сказано ранее, увеличена на 3%. Сведем расчет в таблицу 2.

Таблица 2.

Расчет расходов на электроэнергию и мощность при работе технологического участка на двух режимах при увеличении производительности каждого режима на 3%

Режим	1-1	1-2
Производительность режима, млн т	35,7	30,9
Мощность МНА, кВт	11 421	9 800
Мощность СН, кВт	723	723
ИТОГО, кВт	12 144	10 523
Дней работы режима	27	323
Месяцев работы режима	0,9	10,8
Потребление ЭЭ, кВт*ч	7 869 312	81 574 296
Затраченная мощность, кВт	10 930	113 648
Расходы на ЭЭ, руб	7 819 413	81 057 042
Расходы на мощность, руб	6 027 309	62 673 298
ИТОГО расходы	157 577 062,4	

Анализируя таблицу 9, можно прийти к выводу, что при идеальных условиях можно достичь экономии в 4,6 млн руб в год или максимально сократить затраты на 2,88%.

В данной задаче по нахождению экономической целесообразности введения устройства присутствует много неизвестных, таких как, например, необходимое количество устройств на трассе, себестоимость изготовления и установки на трассе устройства, сроки окупаемости устройства.

Поэтому в данной задаче пойдем от обратного: исходным значением, которое требуется найти, будем считать себестоимость устройства. А на остальные параметры допустим ограничения:

Наука и просвещение: технологии и инновации

– экономия: от 2 до 4 млн руб в год;

– количество устройств на трассе в 150 км: 150 (каждый 1 км), 300 (каждые 500 м), 500 (каждые 300 м);

– срок окупаемости: 3-5 лет

Расчет себестоимости устройства произведем по формуле 20:

$$Ц = \frac{\text{Э} \cdot \text{СрО}}{n} \quad (20)$$

где Ц – себестоимость устройства, руб;

Э – экономия на ЭЭ, руб/год;

СрО – срок окупаемости, лет;

n – количество устройств на трассе.

Согласно формуле 20 построим матрицу вариантных расчетов, результаты которых сведены в таблицу 3

Таблица 3

Результаты вариантного расчета себестоимости устройства

количество устройств на 150-км трассе	экономия на ЭЭ, руб/год			срок окупаемости, лет
	2000000	3000000	4000000	
150	40 000	60 000	80 000	3
300	20 000	30 000	40 000	
500	12 000	18 000	24 000	
150	53 333	80 000	106 667	4
300	26 667	40 000	53 333	
500	16 000	24 000	32 000	
150	66 667	100 000	133 333	5
300	33 333	50 000	66 667	
500	20 000	30 000	40 000	
	Себестоимость устройства, руб			

Наука и просвещение: технологии и инновации

Исходя из расчетов получим, что себестоимость устройства должна быть в диапазоне 12 000 – 133 000 рублей. Так же наложим ограничения на этот диапазон. Из источников [2, 3] установим, что минимальная цена за погонный метр трубы диаметром 1220 мм равна 19 000 руб и растет в зависимости от толщины стенки и марки стали. Длина завихрителя для трубопровода диаметром 1220 мм должна составлять от 2,5 метров, т.е. минимальная цена такой длины устройства 47 500 рублей (при цене формы трубы). Примем, что стоимость изготовления специальной формы устройства оценивается в 50% от стоимости такой длины трубной формы. Получим, что себестоимость изготовления устройства оценивается от 71 250 рублей. Так же стоит прибавить к этой сумме значение специального эксплуатационного обслуживания устройств. Следовательно, себестоимость устройства в совокупности с эксплуатационными затратами за период срока окупаемости составит минимум 80 000 рублей.

Сравним полученное значение со значениями, полученные в таблице вариантных расчетов. Придем к выводу, что достичь такой себестоимости можно только при следующих параметрах: установка на трассе устройств не чаще, чем через 1 км, срок окупаемости от 4 лет при ежегодной экономии на электроэнергии от 3 млн руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент №179016 Российская Федерация. МПК А01С 7/20, Трубопровод-завихритель / Р. С. Иншаков, А.Н. Гульков, Е.Г. Автомонов, А.В. Балабуха, Е.Д. Козьмина, С. В. Иншаков; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточные федеральный университет» - № 2018118240; заявл. 18.05.2018; опубл. 23.11.2018. Бюл. №33.
2. Каталог компании ТК-RAPID [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tk-rapid.ru/price/> (дата обращения 17.06.2020)
3. Каталог компании 23MET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://23met.ru/weight/tryba_es/ (дата обращения 17.06.2020)