

Методика расчета электроразделителя для очистки масляных фракций

Для очистки масляных фракций перед экстракционной колонной установок селективной очистки фенолом или фурфуролом, а также для очистки рафинатного раствора экстракционной колонны можно применять электроразделители [1–4]. В результате увеличивается производительность экстракционной колонны, повышается качество рафината, снижается соотношение растворителя и сырья, так как электроразделитель практически создает дополнительную ступень экстракции.

На основе результатов исследования работы лабораторного (объемом 0,3 л) и промышленного (объемом 50 м³) электроразделителей разработана методика расчета мощности трансформатора, объема электроразделителя, размеров его электродов и устройства для ввода и распределения сырьевой смеси в электрическом поле.

Для очистки масляных фракций в присутствии селективных растворителей желательнее применять электрическое поле переменного тока напряженностью 130–250 кВ/м. Такое поле обеспечивает достаточно высокую степень очистки, повышение которой при заданной температуре невозможно из-за частичного (до 10 %) растворения растворителя в масляной фракции. Кроме того, для его создания требуется менее сложная электрическая схема, чем для создания электрического поля постоянного тока.

В электроразделитель для очистки поступает смесь масляной фракции с 15–50 % растворителя (в зависимости от электропроводности смеси). Повышение содержания растворителя приводит к короткому замыканию электродов, понижение – к неудовлетворительной очистке масляной фракции. Перед подачей в электрораз-

делитель смесь интенсивно перемешивается в специальном смесителе.

Электроразделитель целесообразно выполнять в виде горизонтального цилиндрического аппарата, так как поверхность раздела фаз (осаждения) и поверхность электродов в таком аппарате больше, чем в вертикальном, что способствует более полному осаждению частиц экстрактного раствора в среде повышенной вязкости. Диаметр и длина цилиндрической части электроразделителя обеспечивают необходимую поверхность раздела фаз, через которую происходит осаждение частиц экстрактного раствора, и определяют его объем, необходимый для расположения электродов, изоляторов и распределительных труб при заданном расходе сырьевой смеси.

На рисунке представлен общий вид электроразделителя для очистки масляной фракции вязкостью 10 мм²/с при 100 °С [1]. Отличительной особенностью его конструкции является расположение распределительных труб под нижней трубой заземленного электрода. При таком расположении труб сырьевая смесь обтекает с двух сторон по всей длине только трубы заземленного электрода, что предотвращает ко-

роткое замыкание потенциальных электродов.

Распределительные трубы имеют по всей длине щелевидные отверстия размером 30×7 мм. Эти отверстия располагаются под нижней трубой заземленного электрода при зазоре между трубами 6–8 мм. Благодаря наличию щелевидных отверстий в распределительной трубе и зазора между трубами создается плоская ламинарная струя, из которой при пересечении силовых линий электрического поля, создаваемого между трубами потенциального и заземленного электродов, удаляются электропроводящие частицы экстрактного раствора.

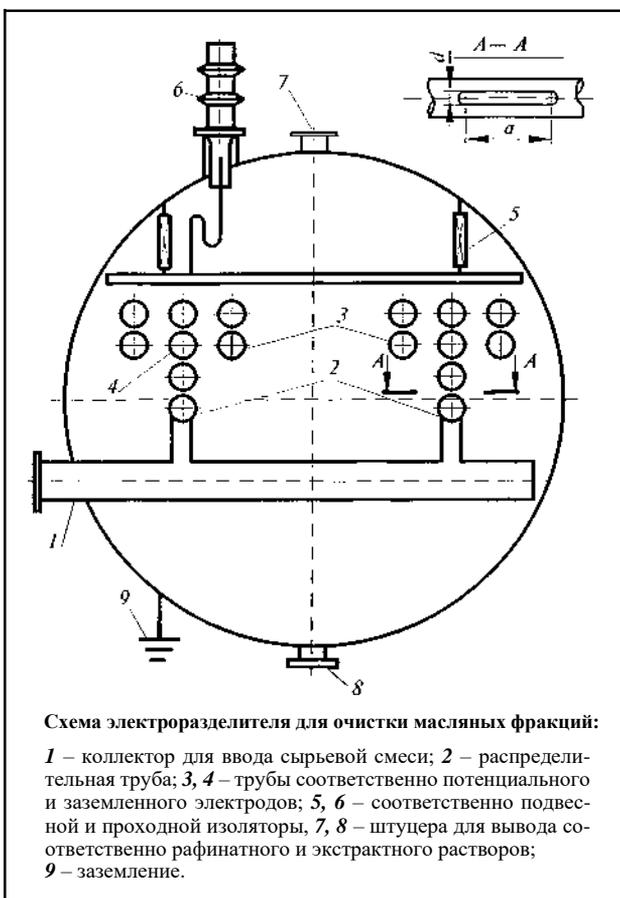


Схема электроразделителя для очистки масляных фракций:

1 – коллектор для ввода сырьевой смеси; 2 – распределительная труба; 3, 4 – трубы соответственно потенциального и заземленного электродов; 5, 6 – соответственно подвесной и проходной изоляторы; 7, 8 – штуцера для вывода соответственно рафинатного и экстрактного растворов; 9 – заземление.

Четыре потенциальных электрода, каждый из которых смонтирован из двух труб диаметром 57 мм и длиной 5,2 м, потребляют ток силой не более 0,2 А при напряжении 10–15 кВ, расстоянии между центрами труб электродов 135–137 мм и расходе сырьевой смеси около 50 м³/ч. Расход электроэнергии в этих условиях не превышает 0,7 кВт·ч/т масляной фракции. Для безотказной работы электрической части разделителя подвесные и проходные изоляторы изготавливают из фторопласта.

Максимальную напряженность электрического поля между электродами определяют по уравнению [5]

$$E_{\max} = UA^{0.5} / d(S - d) [\ln(S + A^{0.5}) - \ln d]$$

где E_{\max} – максимальная напряженность электрического поля, кВ/м; U – напряжение между электродами, кВ; $A = S^2 - d^2$; S – расстояние между центрами труб потенциального и заземленного электродов, м; d – диа-

потребляемая мощность трансформатора зависит от многих факторов: температуры и вязкости сырья, обводненности растворителя, расхода растворителя и сырья, положения уровня раздела фаз, напряжения между электродами, размеров электродов, расстояния между электродами. При оптимальных значениях этих факторов ее рассчитывают по формуле

$$N = 3,36 \cdot 10^{-3} L_o^2 d^2 U^2$$

где N – потребляемая мощность, кВА; L_o – общая длина труб потенциального электрода, м.

Температуру сырья на входе в электроразделитель находят по уравнению [6]

$$t = t_{\text{н.с}} - \Delta t$$

где t – температура сырьевой смеси на входе в электроразделитель, °С; $t_{\text{н.с}}$ – температура полного смешения компонентов сырьевой смеси, °С; Δt – температурная разность экстракции, град. (в зависимости от содержания в сырьевой смеси растворителя и воды составляет 15–30°).

В электрополе электроразделителя

формируются частицы экстрактного раствора диаметром 500–800 мкм, способные осаждаться в вязкой среде со скоростью не менее 0,0007 м/с. При применении поверхностно-активных веществ скорость осаждения значительно повышается, потребление электроэнергии снижается [3].

Электроразделитель имеет небольшие габаритные размеры, без затруднений вписывается в технологическую схему установки селективной очистки масел. Для его эксплуатации не требуются дополнительные насосы и емкости для приема растворов.

Производительность электроразделителя при осаждении частиц экстрактного раствора диаметром не менее 500 мкм рассчитывают по уравнению [7]:

$$Q = 4,75 \cdot 10^{-4} LD(\rho_1 - \rho_2) / (\nu \rho_2) \quad (1)$$

где Q – производительность электроразделителя по масляной фракции, м³/ч; L – длина трубы электрода, м; D – диаметр электроразделителя, м; ρ_1, ρ_2 – плотность соответственно экстрактного и рафинатного растворов в электроразделителе, кг/м³; ν – вязкость экстрактного раствора в электроразделителе, м²/с.

При заданной производительности по масляной фракции и принятом диаметре электроразделителя из уравнения (1) определяют длину цилиндрической части электроразделителя, т.е. длину труб электродов и распределителя.

Обтекание труб заземленного электрода сырьевыми потоками происходит при начальной скорости истечения сырьевой смеси из отверстий, образованных зазором между трубами заземленного электрода и отверстиями распределительной трубы, не менее 1,3 м/с. Длину отверстия в распределительной трубе определяют по формуле

$$a = 0,175 S_1$$

где a – длина отверстия, м; S_1 – расстояние между отверстием в распределительной трубе и центром второй трубы заземленного электрода, м.

Минимальный расход G_o (м³/ч) сырьевой смеси через одно отверстие между трубами заземленного электрода и распределителя находят из выражения

$$G_o = 1,3h(2a - 1,14d_1)3600$$

где 1,3 – минимальная скорость истечения сырьевой смеси через зазор, м/с; h – высота зазора между трубами заземленного электрода и распределителя сырья, м; d_1 – диаметр скругления отверстия в распределительной трубе (ширина отверстия), м.

Число n отверстий в распределительных трубах рассчитывают по формуле

$$n = G / (\rho_c G_o)$$

где G – расход сырьевой смеси, кг/ч; ρ_c – плотность сырьевой смеси, кг/м³.

С учетом расширения потока смеси, выходящей из отверстия, расстояние b между центрами отверстий в распределительной трубе определяется из выражения $b \geq 2a$.

Для обеспечения равномерного распределения сырьевой смеси по всей площади осаждения частиц экстрактного раствора желательнее, чтобы в электроразделителе было не менее двух распределительных труб. В этом случае электроды располагаются по схеме: потенциальный электрод – заземленный электрод – разрыв электрополя (зона осаждения) – потенциальный электрод – разрыв электрополя и т.д.

При удовлетворительных условиях электроразделения показатель преломления сырья экстракционной колонны снижается на 0,005–0,01, цвет улучшается на 1–2 ед. ЦНТ, нагрузка колонны по сырью уменьшается на 5–10 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 757173 (СССР).
2. А.с. 759575 (СССР).
3. А.с. 1394696 (СССР)
4. Агаев А. А. и др. – Известия вузов. Сер. «Нефть и газ», 1970, № 5, с. 57–61.
5. Говорков В. А. Электрические и магнитные поля. М., Энергия, 1968, с. 88.
6. Колесник И. О., Грязнов В. В., Школьников В. М. Современное состояние и перспективы развития процесса селективной очистки масляного сырья фенолом. Сер. «Переработка нефти». М., ЦНИИТЭнефтехим, 1980. – 110 с.
7. Скобло А. И., Трегубова И. А., Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М., Химия, 1982. – 584 с.

Полоцкий государственный университет
(Беларусь)