

и других материалов, укрепленных органическими вяжущими, структура которых имеет плотный скелет. Слабосвязные и зернистые слои, имеющие дискретную структуру, не работают на изгиб и поэтому не отвечают такой схеме. Для таких материалов более подходящей будет расчётная схема, учитывающая сжатие слоя под нагрузкой. В соответствии с такой расчётной схемой подобрана адекватная ей математическая модель однородного изотропного полупространства в виде нелинейного дифференциального уравнения. После его решения при соответствующих начальных и граничных условиях, отражающих кратковременность действия транспортной нагрузки, получено выражение для определения вертикальных нормальных напряжений в однородном изотропном полупространстве. Структура полученной формулы отражает гиперболический закон распределения вертикальных нормальных напряжений по глубине. Сопоставление его с экспериментальными данными показало хорошее соответствие для опытов как в однородных так и в анизотропных средах.

В книге представлены: расчётные формулы для определения эквивалентного модуля деформативности на основе гиперболического закона распределения вертикальных напряжений в однородном полупространстве; дифференциальное уравнение реологической модели напряжённо-деформированного состояния однородного изотропного полупространства и его реализация; определение эквивалентного модуля деформативности многослойных дорожных одежд на основе гиперболического закона распределения вертикальных нормальных напряжений в однородном изотропном массиве; основы расчёта нежёстких дорожных одежд на прочность с учётом надёжности, учётом качества производства работ и сроков службы; обоснование требуемого уровня надёжности и коэффициента прочности; обоснование требуемого модуля упругости в зависимости от срока службы дорожной одежды, длительности расчётного периода и расчётной нагрузки; частные производные общего модуля упругости для двухслойной, трёхслойной и четырёхслойной дорожной конструкции из слабосвязных материалов а также результаты расчётов коэффициентов прочности, суммарных приведённых затрат и сроков окупаемости дорожных одежд из слабосвязных материалов.

3. Расчёт осадок, прочности и устойчивости неоднородных оснований строительных конструкций на слабых грунтах при сложном очертании эпюры давления

Очертание эпюры нагрузки на поверхность основания от веса строительных конструкций и самой насыпи соответствует очертанию поперечного профиля самого сооружения и может иметь различную форму: несколько ярусов, несимметричность, различную крутизну откосов

и др. Представлен метод определения осадки основания инженерных конструкций и сооружений, а также оценки их устойчивости с помощью аналитических формул, полученных на основе теории линейно-деформируемой среды. Приведены аналитические формулы для определения осадки однородного основания и многослойной грунтовой системы от действия полосовой нагрузки, распределённой по закону треугольника по вертикали, проходящей через угловую точку треугольника и по вертикали, проходящей по боковой линии треугольной нагрузки: определение осадки однородного основания и многослойной грунтовой системы от действия равномерной полосовой нагрузки по вертикали, проходящей через центр равномерной полосовой нагрузки и по вертикали, проходящей по боковой линии равномерной полосовой нагрузки; определение осадки основания от действия трапециевидной полосовой нагрузки; определение предельных ошибок при расчёте осадок основания на слабых грунтах; расчёт осадки основания земляного полотна на болоте; расчёт осадки основания земляного полотна на глинистых переувлажнённых грунтах; оценка устойчивости оснований на слабых грунтах. Составлена и апробирована в реальном проекте кустовой площадки схема деформирования поверхности основания рабочей зоны кустовой площадки от действия выщечно-лебёточного блока при его монтаже и эксплуатации.

Книга размещена на сайтах: <http://vmarkuc.narod.ru>, <http://markuts-v.narod.ru>, <http://markuts.wmsite.ru>.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЕЛ

Моисеев Р.А., Филимонова А.А., Ускач Я.Л.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: mra2006@yandex.ru

Производство компонентов из исходных масляных фракций – сложный многоступенчатый процесс. Особое значение в технологии получения масел имеет процесс депарафинизации.

Депарафинизация масел селективными растворителями, реализованная в промышленности, требует больших капиталовложений и эксплуатационных затрат. На долю этого процесса приходится до 40% всех расходов производства масел. В связи с этим поиск путей его совершенствования является актуальной задачей.

Классический процесс депарафинизации масел осуществляется на установках типа 39-7М-1, на которых используется селективный растворитель – смесь метилэтилкетона с толуолом в соотношении 40:60% об. Сырьевой поток последовательно охлаждается до температуры фильтрования в шести регенеративных и семи аммиачных кристаллизаторах. Регенеративные кристаллизаторы представля-

ют собой горизонтальные многосекционные скребковые аппараты – теплообменники типа «труба в трубе». Они обладают рядом существенных недостатков: большая металлоемкость, низкая надежность, высокие затраты на ремонт и обслуживание, низкий коэффициент теплопередачи.

Для повышения технико-технологических показателей процесса депарафинизации предлагается замена пяти регенеративных скребковых кристаллизаторов на один кристаллизатор пульсационного смешения [2, 3] и использование добавки-модификатора кристаллов [1]. Оставшийся регенеративный кристаллизатор служит для охлаждения растворителя.

Кристаллизатор пульсационного смешения представляет собой многосекционный вертикальный аппарат, в котором за счет пульсационного воздействия на весь объем сырьевой смеси обеспечивается ее возвратно-поступательное движение в перетоках между секциями, с одновременной непрерывной подачей в эти перетоки хладагента.

Сырье, разогретое до температуры, превышающей температуру начала кристаллизации в нем парафина на 8-12 °С, смешивают с частью растворителя и добавкой-модификатором и подают в первую секцию пульсационного кристаллизатора. В качестве хладагента в каждую секцию кристаллизатора подают охлажденный избирательный растворитель. Под пульсационным воздействием сырьевая смесь в кристаллизаторе перемешивается с непрерывно поступающим в его секции хладагентом. Сырьевой поток, двигаясь от секции к секции, охлаждается по мере разбавления хладагентами. Суспензия, образуемая в пульсационном кристаллизаторе, поступает в аммиачные кристаллизаторы для дальнейшего охлаждения и затем отправляется на фильтрование.

Замена регенеративных кристаллизаторов на пульсационный позволяет: увеличить отбор депарафинированного масла при снижении содержания масла в гаче (петролатуме), повысить надежность кристаллизационного оборудования, снизить металлоемкость и эксплуатационные затраты, повысить экологическую безопасность.

Проведенные расчеты показали, что для замены регенеративных кристаллизаторов требуется колонна с десятью секциями, объем секции стандартный и равен 1,4 м³. Таким образом, две секции пульсационного кристаллизатора соответствуют одному заменяемому кристаллизатору. Была рассчитана температура растворителя, учитывая, что общее разбавление растворителя к сырью должно составлять 3:1 (при этом на предварительное разбавление идет 0,5:1). Она составила минус 16 °С. Чтобы сохранить температурный режим аналога, сырье поступает в колонну с темпе-

ратурой 50 °С, а выходит из нее с температурой 5 °С.

При разделении суспензий твердых углеводородов большую роль играют форма и размер образовавшихся кристаллов. Одним из способов увеличения выхода депарафинированного масла и скорости фильтрования суспензий, снижения содержания масла в гаче (петролатуме) является введение в систему поверхностно-активных веществ (ПАВ). В качестве модификатора сырья предлагается использовать катионное ПАВ, представляющее собой оксиэтилированное основание Манниха, полученное на основе нонилфенола и тетраметилдипропилентриамин. ПАВ берется в количестве 0,001-0,05 % масс на сырье [1]. Это позволит: увеличить выход депарафинированного масла, увеличить скорость фильтрования суспензии, снизить температуру застывания масла, уменьшить содержание масла в гаче (петролатуме).

Преимущества замены регенеративных кристаллизаторов и использования добавки приведены в таблице.

Результаты применения нововведений

Показатели		Депарафинизация масляных рафинатов и обезмасливание гача (петролатума) при применении	
		регенеративных скребковых кристаллизаторов	КПС и добавки
Число скребковых кристаллизаторов	Регенеративных типа КРСН	6	1
	Испарительных типа КПНК	7	7
Масса, т	Регенеративных скребковых кристаллизаторов	460,4	77
	Кристаллизатора пульсационного смешения	–	18
	Дополнительно установленного оборудования	–	40
Мощность, кВт	Суммарная приводов регенеративных кристаллизаторов, включенных в работу	174	29
	Расходуемая на сжатие инертного газа для создания пульсации	–	48
Температура застывания, °С		-(15-17)	-(17-19)
Выход депмасла, %		79,5	86
Содержание масла в гаче, %		14-16	6-8
Производительность по продукту, тыс. т/г.		111,14	120,25

Список литературы

1. Пат. 2152427 РФ, МПК С10G73/04. Способ депарафинизации масляных фракций нефти / В.Г. Рябов, Н.В. Шеина, В.М. Шуверов, В.А. Веселкин, В.И. Кузьмин, Ш.М. Юнусов, А.А. Филимонов; заявитель и патентообладатель ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез». – 10.07.2000.
2. Пат. 2272069 РФ, МПК С10G73/06. Способ депарафинизации масел и получения твердых парафинов / С.П. Яковлев. – 20.03.2006.
3. Яковлев С.П. Внедрение пульсационного кристаллизатора на установке депарафинизации // Химия и технология топлив и масел. – 2005. – № 4. – С. 12-15.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА

Пугачева И.Н., Стадник Л.Н., Черных О.Н.,
Никулин С.С.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»,

Воронеж, e-mail: eco-inna@yandex.ru

В настоящее время в промышленности синтетического каучука для выделения эмульсионных каучуков из латексов широко используется водный раствор хлорида натрия, с последующим подкислением коагулируемой системы раствором серной кислоты. Основной недостаток данного коагулирующего агента – высокий расход, составляющий 170–200 кг/т каучука. В дальнейшем водный раствор, содержащий хлорид натрия, сер-

ную кислоту и другие компоненты эмульсионной системы сбрасывается из цехов выделения в промышленно-загрязненную канализацию, и поступает на очистные сооружения. Хлорид натрия, обладая высокой устойчивостью, не разлагается на очистных сооружениях в процессе очистки, и сбрасывается в природные водоемы, что приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод. Поэтому поиск новых коагулирующих агентов, обладающих высокой коагулирующей способностью и обеспечивающих выделение каучуков из латексов с малым расходом, является важной и актуальной задачей.

Таким образом, анализируя имеющиеся литературные данные, производственно-технический опыт работы цехов выделения можно прийти к выводу, что наиболее перспективными коагулирующими агентами могут служить соли поливалентных металлов. Наибольший интерес в этом плане представляют соли щелочно-земельных металлов, обладающих малой токсичностью, доступностью и невысокой стоимостью.

Цель данной работы – изучение процесса выделения бутадиен-стирольного каучука из выпускаемого в промышленных масштабах латекса СКС-30 АРК хлоридом магния с помощью планирования эксперимента.

Для этого составлена матрица полного факторного эксперимента 2^4 . Значения варьируемых факторов определены по таблице.

Значения варьируемых факторов

Фактор	Уровни варьирования фактора		Интервал варьирования
	нижний	верхний	
Расход хлорида магния, кг/т каучука	3	25	14
Расход серной кислоты, кг/т каучука	9	18	13,5
Температура коагуляции, °С	20	80	50
Продолжительность перемешивания, мин	1	7	4

Опыты проводили на двух уровнях. Для определения дисперсии воспроизводимости, которая характеризует ошибку эксперимента,

опыты дублировались. Полному факторному плану соответствует математическая модель в виде линейного уравнения регрессии:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + b_{134}x_1x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4.$$

Были рассчитаны коэффициенты регрессии и проведена оценка их значимости по критерию Стьюдента.

После исключения незначимых коэффициентов регрессионная модель приняла вид:

$$Y = 51,83 + 41,39x_1 + 1,52x_2 + 0,52x_3 + 0,35x_4 + 0,62x_1x_2 + 0,17x_1x_4 + 0,19x_2x_3.$$

С введенными натуральными значениями переменных факторов математическая модель принимает следующий вид:

$$Y = -3,14 + 3,57V_1 + 0,1V_2 - 0,002V_3 + 0,045V_4 + 0,0125V_1V_2 + 0,00515V_1V_4 + 0,0014V_2V_3.$$