

Рисунок 6 - Выбор оптимального соотношения адсорбента и поглощенной нефти

Проведенные работы по изучению закономерностей влияния природы и состава композиционных сорбентов на поглощение нефтепродуктов и рецептуростроению сорбентов на основе композитов – целлюлозонаполненных вторичных полимеров подтверждают возможность их использования для сбора нефтепродуктов. Выбрано оптимальное соотношение связующего и наполнителя в композите, используемом в качестве сорбента, отличающееся улучшенными параметрами энергоэффективности переработки исходных компонентов и повышенной производительностью. Экспериментально установлено оптимальное объемное соотношение нефтепродуктов и сорбента для устранения загрязнения.

Литература

1. Лукач Ю.Е. «Валковые машины для переработки пластических масс и резиновых смесей». М. Машиностроение. 1967. 295 стр.
2. Оборудование для переработки пластмасс. Справочное пособие. Под ред. В.К.Завгороднего. М., Машиностроение, 1976.
3. Патент RU (11) 2097125 (13) С1. Сорбент для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды.

Переработка нефтезагрязненных грунтов как вторичных сырьевых ресурсов для производства моторных топлив

к.т.н. доц. Суфиянов Р.Ш.

Университет машиностроения

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы переработки нефтезагрязненных грунтов с целью извлечения из них углеводов, направляемых на производство моторных топлив.

Ключевые слова: нефтезагрязненный грунт, оборудование для экстракции углеводов из нефтезагрязненных грунтов и отделения от них экстракта, вторичные сырьевые ресурсы.

Согласно принятой Энергетической стратегии России до 2020 года планируется снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет рационализации их потребления, применения ресурсосберегающих технологий и оборудования, сокращения потерь при добыче, переработке, транспортировке и реализации продукции ТЭК.

Промышленный комплекс Российской Федерации отличается от промышленного комплекса индустриально-развитых стран относительно высокой ресурсоемкостью. В РФ на единицу валового внутреннего продукта (ВВП) расходуется ресурсов в среднем в 2 раза больше, чем в США, и в 4 раза больше, чем в Западной Европе. По сравнению с США, потребление основных природных ресурсов, также на единицу ВВП, выше по нефти на 36%, по

газу на 42%, по углю на 56%, по стали на 138% [1]. В готовую продукцию переходит только (6–10)% выработанных природных ресурсов, а остальная часть составляет категорию промышленных отходов.

При нефтедобыче, транспортировке и переработке нефти в результате аварий на нефтепроводах, несоблюдений установленных нормативов происходит нефтяное загрязнение земель (грунтов). Десятки лет, начиная с периода разработки отечественных нефтяных месторождений, их размещали в шламонакопителях, при этом не были соответствующим образом организованы как учет их количества, так и фиксирование мест размещения малоприспособленных для этого шламонакопителей.

По данным Комитета по природным ресурсам и экологии Государственной Думы РФ, потери углеводородов в 2007 году составили порядка 4 %, а по данным российского отделения Greenpeace в России, ежегодно теряется от пяти до десяти процентов от всей добытой нефти. Учитывая, что в Российской Федерации (РФ) ежегодно добывается сотни миллионов тонн (свыше 510 млн т добыто в 2011 году), то количество нефти, попавшее в окружающую природную среду составляет более 20 млн т, и значительная часть этих потерь сосредоточена в нефтезагрязнённых (нефтедержащих) грунтах.

Исходя из вышеизложенного, рассмотрим НЗГ как источник вторичных сырьевых ресурсов для производства моторных топлив.

Для извлечения целевого компонента – углеводородов нефти из НЗГ могут использоваться экстракторы, как периодического, так и непрерывного действия, при этом экстракторы работающие в периодическом режиме, эффективнее применять при незначительных объемах обезвреживаемого НЗГ. Процесс экстракции может осуществляться настаиванием, перколяцией, противоточным или прямоточным экстрагированием в одну или несколько ступеней, бесступенчатым способами. Первые два способа, применяемые для промывки незначительного количества НЗГ, относительно просты в аппаратном оформлении и для отделения твердой фазы от экстракта не требуется дополнительное оборудование.

К недостаткам данных методов относится наличие высокого гидравлического сопротивления слоя и необходимость в подготовке НЗГ однородного по фракционному составу (размеры частиц должны находиться в интервале от 0,2 до 3 мм).

Выпускаемые промышленностью экстракторы отличаются по конструктивным элементам и подразделяются на аппараты перколяционного типа, конвейерные, колонны с насадкой, шнековые, лопастные, барабанные и т.д. Наиболее приемлемыми для промывки грунтов являются экстракторы с механической транспортировкой НЗГ, которые, в свою очередь, подразделяются на аппараты карусельного, колонного и конвейерного типов.

В аппаратах карусельного типа на вертикальном вращающемся валу закрепляются горизонтальные сетчатые диски, разделенные на радиальные секторы, на которые загружается промываемый материал. Аппараты занимают небольшую площадь, но довольно велики по высоте. К недостаткам следует отнести неподвижность слоя материала, приходящего в движение лишь при перезагрузке с одного диска на другой.

В экстракторах колонного типа рабочими перемешивающими органами являются вращающиеся валы с закрепленными на них винтообразными лопастями или шнеками, при этом, как правило, промываемый материал и экстрагент движутся в противотоке. Известны работы, в которых для промывки НЗГ предлагается использование аппаратов данного типа, но наиболее часто применяемыми на практике являются экстракторы конвейерного типа, которые более просты в аппаратном оформлении и обеспечивают высокую степень массообмена.

Рабочими транспортируемыми органами экстракторов конвейерного типа являются шнеки, ковши, сетчатые корзины и т.д. Одними из разновидностей аппаратов данного типа являются барабанные экстракторы, представляющие собой горизонтально расположенные цилиндрические сосуды, при вращении которых промываемый НЗГ постоянно перемешива-

ется с экстрагентом, что обеспечивает высокую степень контакта фаз и эффективность экстрагирования. Для увеличения зацепления НЗГ с внутренней стенкой аппарата на ней закрепляются специальные лопасти. Для повышения эффективности процесса промывки могут быть последовательно установлены дополнительные экстракторы с использованием других промывочных жидкостей (экстрагентов).

От степени разделения твердой (промытой) фазы от жидкой фазы (экстракта) зависит эффективность всего экстракционного процесса, т.к. частичное отделение жидкой фазы от твердой снижает степень извлечения целевого продукта в целом. Отделение твердой промытой фазы от экстракта осуществляется отстаиванием, фильтрованием и центрифугированием. Высокая эффективность разделения может быть достигнута на центрифугах, которые подразделяются на отстойные и фильтрующие, при этом степень отделения жидкой фазы выше при использовании фильтрующих центрифуг.

При выборе центрифуги необходимо учитывать физико-химические свойства суспензии (плотность, концентрация и размеры частиц твердой фазы и т.д.). Например, для разделения суспензий, содержащих частицы средней и грубой дисперсности, применяются центрифуги с диаметром ротора от 500 до 1370 мм и с соотношением жидкой фазы к твердой меньше 2.

В центрифугах периодического действия, как правило, разделяют суспензии с объемной концентрацией 5–25%, а в центрифугах непрерывного действия – с концентрацией 10–25%, при этом в периодических рекомендуется разделять суспензии с размером дисперсных частиц 10–300 мкм, а в непрерывных с размером 100–1000 мкм и выше. Для отделения экстракта от промытого грунта более рациональным является использование фильтрующих центрифуг непрерывного действия.

Следует также отметить, что различные материалы, в том числе грунты (почвы), обладают разной влагоудерживающей способностью. В грунте влага может находиться в форме пара, кристаллизационной форме, в твердом состоянии, а также существует вода гравитационная, пленочная и капиллярная.

При удалении экстракта от промытого грунта первоначально наиболее интенсивно будет отделяться жидкая фаза, находящаяся в гравитационной форме, а также некоторая ее часть, удерживаемая капиллярными силами и силами поверхностного натяжения. Затем процесс будет постепенно замедляться и по асимптоте приближаться к некоторому определенному пределу, обусловленному данным технологическим режимом центрифугирования (фактором разделения).

Дальнейшее отделение жидкости центрифугированием приводит к увеличению энергозатрат и к резкому снижению эффективности процесса «обезвоживания» в целом. В таких случаях используется комбинированный метод, состоящий из двух стадий: на первой стадии осуществляется предварительное отделение жидкой фазы механическим методом, например, с помощью фильтрующей центрифуги, с последующим отделением её остатков термическим методом в сушилке на второй стадии.

Проведенные исследования и анализ показывают, что НЗГ, привезенные с мест аварийных разливов нефти, могут содержать различное ее количество, при этом содержание нефти зависит от типа почв и их влажности. Сорбционные свойства грунтов характеризуются нефтеемкостью, являющейся важным параметром, определяющим степень загрязненности грунта при аварийных разливах нефти и используемым при расчете экологического ущерба окружающей природной среде.

Нефтеемкость грунтов зависит от степени их влажности, например, при нулевой влажности нефтеемкость глинистого грунта составляет $0,20 \text{ м}^3/\text{м}^3$, у кварцевого песка – $0,25 \text{ м}^3/\text{м}^3$ и у торфяного грунта – $0,50 \text{ м}^3/\text{м}^3$. При повышении влажности грунтов, в силу заполнения влагой пространства между частицами, происходит снижение их нефтеемкости.

Содержание нефти в НЗГ является важным показателем их коммерческой привлека-

тельности, в качестве источника вторичных сырьевых ресурсов. При этом чем больше содержание нефти в грунтах, тем выше прибыль за счет реализации извлеченных углеводородов. Если не извлекать углеводороды, то более затратным становится процесс их обезвреживания, например методом реагентного капсулирования в связи с необходимостью большего количества оксида кальция. Как известно, при этом происходит и безвозвратная потеря углеводородов.

Для их извлечения наряду с водными растворами поверхностно-активных веществ, как правило, малоэффективных, применяются и различные растворители, например, четыреххлористый углерод, гексан и др., широкое использование которых в условиях производства сдерживается их высокой стоимостью и отсутствием эффективных и рентабельных методов регенерации с целью многократного использования.

Известно, что не существует универсального растворителя, способного извлекать все углеводороды в широком спектре разновидностей нефтяных загрязнений, и применяемые для этого экстрагенты подбираются в зависимости от химического состава загрязнителей, который обуславливается многими обстоятельствами. Тем не менее проблема, связанная с поиском и выбором растворителя (комплекса растворителей), способного извлекать углеводороды различных классов, является важной и актуальной задачей.

При проведении экспериментальных работ в качестве растворителя был выбран метилхлорид (МХ). Основанием для его применения было то, что данный растворитель:

- обладает селективностью по отношению к широкому спектру углеводородов нефти;
- имеет низкую температуру кипения, что обеспечивает низкие затраты его регенерации;
- имеет плотность ($1327,0 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), превышающую плотность воды;
- не горюч, не взрывоопасен и не токсичен.

Низкая температура кипения растворителя позволяет проводить разделение экстракта на углеводороды и растворитель при достаточно низких затратах энергии, а после отделения МХ может многократно использоваться.

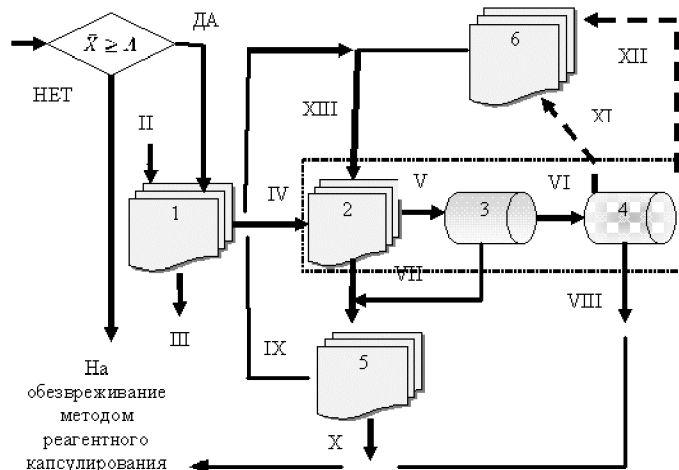


Рисунок 1 – Принципиальная блок-схема технологической установки: 1 – блок первой промывки НЗГ; 2 – блок второй промывки НЗГ; 3 – аппарат механического отделения МХ от грунта; 4 – аппарат термического отделения МХ от грунта; 5 – блок отделения МХ от углеводородов нефти; 6 – блок регенерации МХ; I – НЗГ; II – растворитель №1; III – экстракт №1; IV - грунт после 1-й промывки; V – грунт после 2-й промывки; VI – грунт после механического отделения экстракта от грунта; VII – экстракт углеводородов в МХ; VIII – просушенный промытый грунт; IX, XIII – МХ; X – углеводороды; XI, XII – пары МХ

На рисунке 1 представлена принципиальная блок-схема ресурсосберегающей технологической установки для обезвреживания НЗГ, предназначенная для извлечения углеводоро-

дов нефти с помощью растворителей, в том числе регенерируемым и циркулирующим метиленхлоридом.

За основу принята установка для очистки нефти и грунта «АКВА–КОНТУР», работы на которой производятся в соответствии с ТУ 36 47-001-52660326-2011. На основе результатов, полученных в процессе проведенных исследований, данную установку предлагается модернизировать, доработать с целью повышения эффективности ее работы и доукомплектовать, в связи с применением в качестве циркулирующего экстрагента регенерируемого метиленхлорида.

Процесс обезвреживания на модернизированной технологической установке осуществляется следующим образом. В НЗГ, привезенных на полигон, после отделения от них посторонних включений (мусора, камней, веток и т.д.) и измельчения крупных комьев определяется средняя концентрация нефти (нефтепродуктов) \bar{x} .

Если $\bar{x} < A$ ($A=5\%$), то НЗГ направляется на обезвреживание методом реагентного капсулирования, если $\bar{x} \geq A$, то НЗГ направляется на промывку, согласно блоку 1.

В данном блоке осуществляется первая промывка НЗГ растворителем №1, например, газовым конденсатом II или другим некондиционным углеводородом, и промытый грунт направляется в следующий блок 2. В блоке 2 осуществляется его следующая промывка растворителем № 2 – метиленхлоридом, после чего экстракт углеводородов в МХ направляется в блок 5 для отделения метиленхлорида IX от экстрагированных углеводородов X.

Промытый грунт V направляется на отделение экстракта механическим и термическим методами в соответствующих аппаратах 3 и 4, а далее, при необходимости, если остаточная концентрация нефтяного загрязнения превышает 0,1%, направляется на стадию обезвреживания методом реагентного капсулирования.

В блоке 6 осуществляется конденсирование паров метиленхлорида V, полученных в результате термического отделения экстракта и рекуперация МХ из вентиляционных вытяжек помещения, в котором располагаются блок 2 и аппараты 3 и 4 (на схеме выделено контуром). При аппаратном оформлении процесса отделения экстракта от рафината (промытого НЗГ) учитывается количество обезвреживаемого НЗГ (производительность установок) и подбирается оборудование в герметичном и взрывобезопасном исполнении.

Извлеченные углеводороды могут быть переработаны с целью получения моторных топлив, в частности в промышленных установках риформинга, цеоформинга и аэроформинга [2].

Литература

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления. М.: Интермет Инжиниринг. 2000. 496 с.
2. Катальмов А.В., Мортиков Е.С., Суфиянов Р.Ш. Аэроформинг - новый способ получения высокооктановых бензинов /Тр. VI межд.науч.практ.конф. «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов», М.: МГУИЭ. 2009. С.28-30. ИЦИА

Оптимизация обращения с нефтезагрязненными грунтами

к.т.н. доц. Суфиянов Р.Ш.
Университет машиностроения

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с поиском оптимального места размещения предприятия для переработки нефтезагрязненных грунтов с учетом инфраструктуры нефтедобывающего региона и существующих дорог.

Ключевые слова: нефтедобывающий регион, риск аварийного разлива нефти, транспортирование нефтезагрязненных грунтов, размещение предприятий для переработки нефтезагрязненных грунтов.