

Образование более блестящих осадков в режиме II по сравнению с осадками, полученными в режиме I, как при перемешивании, так и без перемешивания электролита, также можно объяснить образованием пленок оксида меди(I) при протекании анодного тока. При первом катодном импульсе образуется слой меди, состоящий из кристаллов меди небольшого размера, ориентированных подложкой. Анодный импульс, как указывалось выше, создает на поверхности этого слоя тонкую прозрачную пленку  $\text{Cu}_2\text{O}$ . В последующие циклы осаждения ориентация кристаллов возобновляется каждый раз с учетом наличия оксидной пленки.

Наряду с пассивацией активных участков поверхности при протекании анодного тока возможно их частичное растворение, что также способствует выравниванию покрытия на поверхности и в отверстиях печатных плат.

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование нестационарных токовых режимов с анодной составляющей при электрохимическом меднении печатных плат позволяет существенно интенсифицировать процесс и получать качественные покрытия, равномерно распределенные по высоте отверстий.

УДК 621.384.53

### **Регенерация отработанных промышленных масел**

Студент гр.14 Цейко В.В.

Научный руководитель – Лихачева А.В.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Отработанные масла являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды. Их количество, поступающее на почву и в водоемы, превышает по объему аварийные сбросы и потери нефти при ее добыче, транспортировании и переработке. Отработанные масла только частично являются биологически разлагаемыми; их трансформация и миграция в природной среде может привести к целому ряду негативных последствий для экосистем. Например, при поступлении в водный объект отработанные масла снижают количество кислорода в воде, необходимого для нормальной жизнедеятельности флоры и фауны.

В отработанных маслах идентифицировано 38 химических соединений, которые обладают канцерогенным и мутагенным воздействием, в т.ч. бензопирен, полихлордифенилы, диоксины, фураны и другие вещества. Эти отходы – также один из основных загрязнителей почвенных вод. Степень воздействия отработанных смазочных масел можно оценить по следующему факту: всего 1 л отработанного масла способен загрязнить 7 млн. л почвенных вод.

Отработанные масла образуются во всех процессах, где они используются для смазки, охлаждения, изоляции, обработки, защиты от коррозии или для передачи мощности. В процессе эксплуатации масла соприкасаются с металлами, подвергаются воздействию воздуха, температуры и других факторов, под влиянием которых с течением времени происходит изменение свойств масла: разложение, окисление, полимеризация и конденсация, обугливание, разжижение горючим, обводнение и загрязнение посторонними веществами. Перечисленные факторы действуют в комплексе и взаимно усиливают друг друга, ухудшая качество масла в процессе его эксплуатации до такой степени, что требуется его замена. С каждой заменой увеличивается объем отработанного масла, которое необходимо хранить, транспортировать и утилизировать как отходы. На предприятиях, эксплуатирующих большой парк машинного оборудования, это становится существенным фактором производственных издержек.

Среди различных направлений использования отработанных масел наиболее важное место отводится методам очистки (регенерации), т.е. полного восстановления их первоначальных свойств с целью повторного использования по прямому назначению. Восстановление первоначальных свойств производится, как правило, путем сложной многостадийной переработки на специализированных предприятиях.

В настоящее время одним из способов обращения с отработанными маслами является сжигание. Однако при выборе этого направления необходимо учитывать, что в процессе сжигания образуются устойчивые химические соединения, крайне опасные для здоровья человека, которые выбрасываются в атмосферу, распространяясь на тысячи километров. Перерабатывать отработанные масла совместно с нефтью на НПЗ нельзя, т.к. присадки, содержащиеся в маслах, нарушают работу нефтеперерабатывающего оборудования. Поэтому отработанные масла целесообразно собирать и подвергать регенерации с целью сохранения ценного сырья, что является экономически выгодным.

Существует множество способов очистки отработанных минеральных масел, однако предложенные методы на практике не находят реального применения, что связано с большими экономическими затратами, образованием отходов в процессах очистки и др. Следует отметить, что известные способы регенерации отработанных (использованных) масел практически не содержат стадий регенерации, предусматривающих восстановление первоначального состава и качества отработанных масел, они ограничены лишь стадией очистки сырья (основы масла). Общие недостатки известных способов очистки использованных масел заключаются в выборе или очень агрессивных реагентов, или сложных, многокомпонентных составов, что обуславливает многостадийность процесса и необходимость применения высокотемпературных режимов.

В качестве альтернативного ресурсосберегающего метода регенерации отработанных масел была применена фильтрация отработавших минеральных масел через смесь песка и оксида  $Fe^{3+}$ , взятых в весовом соотношении «песок : оксид  $Fe^{3+}$ » 1 : 0,5-1,5, что делает возможным повторное использование масла путем возвращения товарным маслам основных физико-химических характеристик.

Способ очистки использованных масел включал контактирование сырья с твердым адсорбентом без применения температурной обработки очищаемой смеси. Контактное сырье с адсорбентом осуществляли фильтрованием. С целью повышения эффективности способа очистки использованных масел в качестве твердого адсорбента применялся оксид  $Fe^{3+}$ , разбавленный песком в массовом отношении от 1:0,5 до 1:1,5 с дисперсностью частиц 160-450 мкм. Песок являлся нейтральным материалом и служил разбавителем активной поверхности адсорбента.

Способ очистки проверен на отработанном индустриальном масле И-20А темно-коричневого цвета, с кислотным числом 0,5 мг КОН/г, динамической вязкостью при 40°C – 37,0 МПа·с и вакуумном масле ВМ-4 темно-коричневого цвета, с кислотным числом 0,6 мг КОН/г, вязкостью при 50°C – 59,3 мм<sup>2</sup>/с.

Свежее товарное масло И-20А (ГОСТ 20799-88) характеризуется числом 0,005 мг КОН/г, динамической вязкостью при 40°C – 30,19 МПа·с и светло-желтым цветом. Свежее товарное масло ВМ-4 (ТУ 0253-004-7821-2002) характеризуется кислотным числом 0,002 мг КОН/г, динамической вязкостью при 50°C – 48,1 МПа·с и светло-желтым цветом.

В работе к 15 г песка (дисперсность частиц 160-450 мкм) добавлялось 15 г оксида  $Fe^{3+}$  (дисперсность частиц 100-400 мкм) (соотношение песок : оксид  $Fe^{3+}$  – 1:1), все перемешивалось и переносилось в стеклянную колонку. Вверх колонки подавалось 300 г использованного индустриального масла И-20А под избыточным давлением. Процесс проводился со скоростью, обеспечивающей время контакта масла с адсорбентом не менее 1 часа. Отфильтрованное масло исследовалось на степень

очистки. Степень очистки масла контролировалась по изменению кислотного числа (ГОСТ 20799-88), вязкости (ГОСТ 1920-87) и цвету (визуально). Результаты представлены в таблице.

Условия очистки и показатели качества очищенного масла				
Отработавшее масло	Массовое соотношение песок : оксида Fe <sup>3+</sup>	Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с	Цвет (степень просветления)
Индустриальное масло И-20А	1:0,5	0,017	30,2	светло-желтое
	1:0,75	0,016	29,6	
	1:1	0,017	29,6	
	1:1,25	0,015	29,3	
	1:1,5	0,014	29,1	
Вакуумное масло ВМ-4	1:0,5	0,013	48,1	светло-желтое
	1:0,75	0,014	48,1	
	1:1	0,013	47,8	
	1:1,25	0,012	46,4	
	1:1,5	0,013	47,7	

Проведенный анализ показывает, что исследуемый способ очистки использованных масел выгодно отличается от аналогичных по таким показателям, как: эффективность, выраженная массовым отношением «адсорбент-очищенное сырье»;

меньший расход адсорбционного материала;

эффективный состав адсорбента;

меньшая трудоемкость и энергозатратность;

универсальность и технологичность процесса, связанная с технической и экологической безопасностью при практическом использовании способа;

высокое качество и низкая стоимость конечного продукта.

УДК 676.017.3:676.024.731

**Исследование эффективности систем вспомогательных химикатов на основе полиамина и полиэтиленimina в технологии бумаги для печати из полуфабриката высокого выхода**

Студентка гр. 6 Щербакова Т.О.

Научные руководители – Черная Н.В., Пенкин А.А.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является установление влияния вида удерживающих добавок на основе полиамина (ПА) и полиэтиленimina (ПЭИ) на свойства бумажной массы и качество газетной бумаги.

В настоящее время общий объем производства бумаги и картона превысил 370 млн. т./г, 42% из которых – бумага для печати. Наиболее массовым печатным видом бумаги является газетная бумага, на долю которой приходится свыше 70%. Одним из наиболее распространенных волокнистых полуфабрикатов в ее композиции является термомеханическая масса RTS (ТММ RTS), преимуществами которой, по сравнению с традиционной ТММ, являются повышенные физико-механические показатели и более низкий удельный расход энергии.