

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТАВА МОЮЩИХ РАСТВОРОВ

Н.И. Бохан, канд. техн. наук, профессор

УО «БГАТУ»

(г. Минск, Республика Беларусь)

Are given theoretical and the experimental researches on development of mathematical models of process of a rating моющей of ability synthetic of solutions in repair manufacture are described means for their realization.

К важному слагаемому повышения качества ремонта двигателей внутреннего сгорания, автотракторной техники и сельскохозяйственных самоходных машин и их составных частей относится очистка, на долю которой приходится 20 -- 25% их послеремонтного ресурса [1]. Улучшение качества очистки, например, деталей ремонтируемых тракторных двигателей повышает срок их службы в среднем на 12 – 15%, а отступление от стандартных требований, регламентирующих максимально допустимую загрязненность деталей перед сборкой, приводит к снижению послеремонтного ресурса на 20 – 30% [2]. В свою очередь, качество очистки деталей зависит от целого ряда конструктивно-технологических параметров этого процесса. Первостепенное влияние роль на его эффективность оказывает концентрация моющих растворов, определяемая содержанием моющих средств, температуры и отмытых стабилизированных загрязнений.

Из-за отсутствия приборного обеспечения замена или регенерация растворов в производственных условиях осуществляется по визуальному качеству очистки, цвету моющего раствора, времени использования раствора и т.д.

Разработка соответствующих приборов сдерживалась из-за недостаточной изученности моющих растворов, особенно ремонтного производства как объектов контроля и регулирования концентрации растворов. При этом не были обоснованы информативные параметры. На основании проведенного анализа были выбраны в качестве основных информативных параметров контроля концентрации оптическая плотность, удельная электропроводность и скорость распространения ультразвука в растворах. Применительно к этим информативным параметрам разработаны соответствующие математические модели контроля концентрации, которые по-

зволюли оценить влияние температуры и концентрации моющих средств и их компонентов, а также концентрации загрязнений и вещества их частиц на основные информативные параметры контроля очищающих сред на основе различных типов синтетических моющих средств (СМС).

Данные математические модели позволяют осуществлять контроль концентрации растворов по совокупному измерению их оптической плотности и удельной электропроводности или оптической плотности и скорости ультразвука.

Концентрацию синтетических моющих растворов (СМР) можно представить следующим аналитическим выражением:

$$K_{MP} = K_{MC} + K_3,$$

где K_{MC} и K_3 – концентрация СМС и загрязнений, соответственно, г/л.

В свою очередь K_{MC} и K_3 можно представить следующими математическими выражениями:

$$K_{MC} = K_{Щ} + K_{ПВ};$$

$$K_3 = K_{ЗМ} + K_{ЗТ};$$

где $K_{Щ}$ и $K_{ПВ}$ – концентрация щелочного и поверхностно-активного компонентов СМС, соответственно, г/л;

$K_{ЗМ}$ и $K_{ЗТ}$ – концентрация масляных и твердых компонентов загрязнений, соответственно, г/л.

Изменчивость этих концентрационных характеристик определяет эффективность или качество моющих растворов как очищающей среды.

Для качественного проведения очистных операций с минимальными энерго- и ресурсозатратами большое значение имеет не только применение эффективных моющих средств и машин, но и строгое соблюдение технологических режимов.

На рисунках 1а, 1б, 1в представлены графики зависимости удельной электропроводности моющих растворов от концентрации СМС, температуры и от концентрации загрязнений.

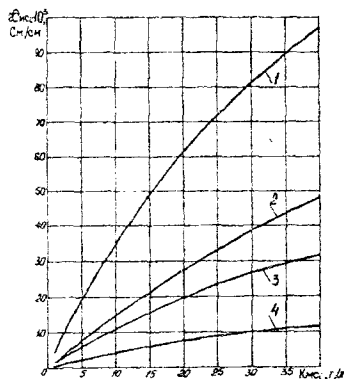


Рис. 1, а. Зависимость удельной электропроводности $\kappa_{МС}$ водных растворов компонентов СМС от их концентрации $K_{МС}$; при $t = 75$ °С: 1 - кальцинированной соды; 2 - натрия; 3 - триполифосфата натрия; 4 - АПАВ (алкилсульфата натрия)

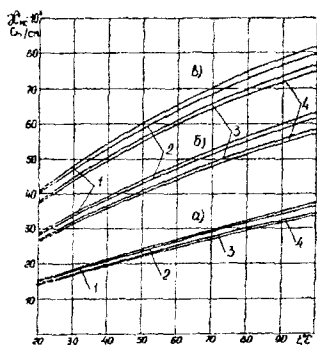


Рис. 1, б. Зависимость удельной электропроводности $\kappa_{МС}$ чистых моющих растворов от температуры t при постоянных значениях концентрации СМС - $K_{МС} = 10$ г/л (а), $K_{МС} = 20$ г/л (б), $K_{МС} = 30$ г/л (в): 1 - Лабомид-102; 2 - Лабомид-203; 3 - МС-15; 4 - мс-8

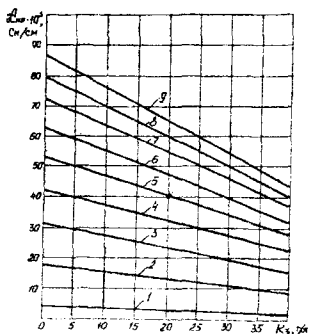


Рис. 1, в. Зависимость удельной электропроводности α_{mci} растворов Лабомид-102 от концентрации загрязнений K_3 при $t = 75^\circ\text{C}$ и различных значениях концентрации СМС K_{mc} : 1 – 1,0 г/л; 2 – 5,0 г/л; 4 – 10 г/л; 4 – 15 г/л; 5 – 20 г/л; 6 – 25 г/л; 7 – 30 г/л; 8 – 35 г/л; 9 – 40 г/л

Математическая модель удельной электропроводности положена в основу разработки автоматических приборов контроля состава моющих растворов, как наиболее универсальная. Из приведенных рисунков видно влияние на время мойки основных технологических параметров моющих растворов – концентрации МС (моющих средств), загрязнений и температуры раствора.

Нарушение технологического режима очистки приводит либо к росту затрат на эту операцию, либо к производству некачественной продукции. В связи с этим большое значение имеет автоматизация контроля и регулирования перечисленных технологических параметров в рекомендуемых пределах.

На основании теоретических и экспериментальных исследований о физико-химических и структурных свойствах растворов СМС и применения теорий распространения ультразвука в жидких средах, поглощения и отражения света в этих средах, теории электропроводности растворов сильных электролитов и дисперсных сред и классического закона Кольрауша для достаточно разбавленных сильных электролитов (в упрощенном виде) получены следующие математические модели.

Оптическая модель (определение оптической плотности раствора)

$$D_{\text{MP}} = D_{\text{H}} + D_{\text{K}} + D_{\text{З}} \approx \frac{1,5 \cdot \pi \cdot B \cdot K_3}{\rho_3 \cdot \lambda \cdot d_3} = K_{\text{ПЗ}} \cdot B,$$

где D_H , D_K и D_3 – оптическая плотность соответственно истинной, коллоидной и грубодисперсной фаз СМР.

Величины D_H и D_K для растворов СМС (типа МС и Лабомид) определены по литературным источникам и составляют $D_H=3,7 \cdot 10^{-5}$ и $D_K=0,01$.

Для определения величины D_3 необходимо знать дифференциальную функцию распределения частиц загрязнений по размерам $f(r)$.

В связи с тем, что теоретически определить функцию $f(r)$ и ее параметры не представляется возможным, были выполнены экспериментальные исследования производственных растворов СМС и получено $f(r)=0,056 \cdot r^{1,65} \cdot e^{-0,22}$, а d_3 по экспериментальным данным составляет 132,8 мкм.

С учетом оптических постоянных вещества частиц грубодисперсной фазы, обладающих как отражающими, так и поглощающими свойствами, показатель ослабления запишется в виде

$$K_{03} - K_{p3} + K_{n3},$$

где K_{p3} , K_{n3} – показатели соответственно рассеяния и поглощения ИК-излучения частицами загрязнений.

На практике количественно поглощение оценивают, чаще всего, в единицах оптической плотности как наиболее простой и удобной оптической характеристики растворов. Тогда, согласно закону Бугера – Ламборта – Бэра, оптическая плотность грубодисперсной фазы (фазы загрязнений) моющих растворов определяется выражением

$$D_3 = K_{пз} \cdot v = \frac{1,5 \cdot \pi \cdot v \cdot K_3}{\rho_3 \cdot \lambda \cdot d_3},$$

где v – толщина контролируемого слоя загрязненного раствора, м.

Исходя из того, что $D_3 \gg D_K \gg D_H$ значениями D_K и D_H ввиду их малости можно пренебречь и математическая модель оптического контроля примет вид

$$D_{MP} \approx D_3 = \frac{1,5 \cdot \pi \cdot K_3}{\rho_3 \cdot \pi \cdot d_3}.$$

Математические модели – кондуктометрическая и акустическая – запишем без проведения теоретических их обоснований.

Кондуктометрическая модель (определение удельной электропроводности)

$$\varepsilon_{MP} = 10^{-3} K_{MC} \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i \cdot \rho_i \cdot \eta_0}{M_i^2 \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{M_i}} \left(\lambda_{из} - \frac{B_1 \lambda_{из} + B_2}{1 + x \cdot a} \sqrt{\frac{K_{ME} \cdot P_i}{M_i}} \right) \cdot \left(\frac{1 - 0,01 K_3}{1 + 0,005 K_3} \right).$$

Акустическая (ультразвуковая) модель (определение скорости распространения ультразвука в моющих растворах)

$$C_{MP} = \frac{C_{MC}}{\sqrt{1 + 0,01 \cdot K_3 \left[\frac{\omega_{3M} \rho_{3M} + 1,18(1 - \omega_{3M})}{\rho_{MC}} \right]}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - 0,01 K_3 \left\{ 1 - \rho_{MC} \cdot C_{MC}^2 \left[\frac{\omega_{3M}}{\rho_{3M} \cdot C_{3M}^2} + 2,7 \cdot 10^{-8} (1 - \omega_{3M}) \right] \right\}}}$$

$$C_{MC} = 15555 \cdot \left\{ 1 - 1,5 \cdot 10^5 (t - 74)^2 \cdot \left[1 + 3,5 \cdot 10^{-3} (t - 74) \right] \right\} + \sum_{i=1}^n \omega_i A_{ei} K_{MC}$$

где C_{MC} – скорость ультразвука в чистых растворах, которая может быть определена по выражению:

K_3 – концентрация загрязнений в растворе;

B – толщина контролируемого слоя загрязненного раствора;

ρ_3 – средняя плотность диспергированных частиц загрязнений;

λ – длина волны оптического излучения;

d_3 – средний параметр дифракции, характеризующий степень дисперсности частиц загрязнений;

K_n – показатель поглощения ИК-излучения частицами загрязнений;

K_{MC} – массовая концентрация СМС в растворе;

n – количество диссоциирующих в растворе компонентов СМС;

ω_i – массовая доля i -го компонента СМС в растворе моющего средства;

ρ_i – произведение валентностей катиона и аниона i -го компонента СМС;

m_i – молекулярный вес i -го компонента СМС;

η_0 и η_i – вязкость, соответственно, воды и раствора i -го компонента СМС в зависимости от температуры;

λ_{∞} – эквивалентная электропроводность раствора i -го компонента СМС при бесконечном разбавлении в зависимости от температуры;

B_1 и B_2 – коэффициенты, учитывающие снижение электропроводности из-за релаксационного и электрофоретического эффектов i -го компонента;

x – коэффициент, характеризующий радиус ионной атмосферы;
 a – расстояние наибольшего сближения ионов в растворе;
 $\omega_{зм}$ – массовая доля масляной фазы загрязнений;
 $\rho_{зм}$ и $\rho_{м}$ – плотность, соответственно, масляной фазы загрязнений и моющей среды (чистого СМР);
 $C_{зм}$ – скорость ультразвука в масляной фазе загрязнений.

Для практического использования данная кондуктометрическая модель может быть представлена в упрощенном виде

$$\varepsilon_{МР} \approx 10^{-3} \cdot C \cdot \lambda_3,$$

где c – эквивалентная концентрация СМС;

λ_3 – эквивалентная электропроводность.

На основании разработанных теоретически и обоснованных экспериментально проверенных математических моделей контроля концентрации моющих растворов разработан ряд приборов (анализаторов) автоматического контроля состава или концентрации СМС в растворах (АМР-1, АМР-2, АМР-3 и АМР-4).

Для реализации всех разработок по контролю концентрации, методике очистки (регенерации) растворов для мотороремонтных заводов разработана схема (рис. 2) растворного пункта.

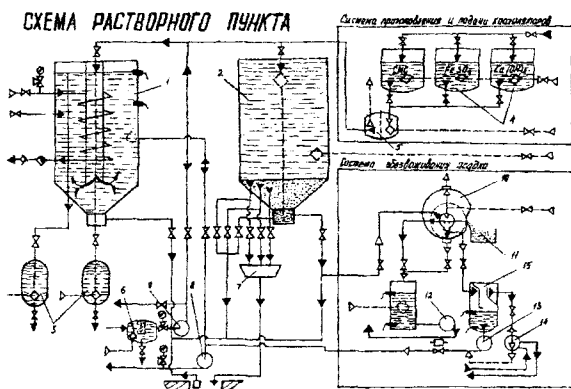


Рис. 2. Схема растворного пункта: 1 – рабочая емкость; 2 – регенерационная емкость; 3 – грязеотстойники; 4 – растворные баки; 5 – расходные баки; 6 – фильтр грубой очистки; 7 – поддон; 8 – консольный насос; 9 – фекальный насос; 10 – вакуум-фильтр; 11 – поддон-тележка; 12, 13 – насосы; 14 – вакуум-насос; 15 – ресивер

Данная схема растворного пункта внедрена на Слонимском мотороремонтном заводе и работает в составе моющих установок прочного и погружного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов Б.И. Мойка и очистка деталей. //Автомобильный транспорт. – 1968 – № 3.
2. Тельнов Н.Ф. Очистка -- основа качественного ремонта. //Техника в сельском хозяйстве. – 1980. -- № 6.

ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДЕРЖАННОЙ ТЕХНИКИ АПК

О.А. Науменко, профессор; О.С. Шушляпина, магистр
ХТУСХ
(г. Харьков, Украина)

Снижение прибыльности хозяйств, их неплатежеспособность и значительное подорожание новой техники не дают возможности возобновлять парк машин АПК. Ежегодное пополнение не превышает 5 – 7% от потребности. Например, потребность в тракторах специалисты оценивают в 450 тыс., а зерноуборочных комбайнов в 120 тыс. В то же время по данным Госкомстатистики сельхозпроизводители имеют 220 тысяч тракторов и около 50 тысяч зерноуборочных машин.

В этих условиях для большинства фермерских и реформированных сельскохозяйственных предприятий новая сельхозтехника недоступна из-за большой стоимости, и возобновление происходит лишь путем приобретения подержанной техники. О перспективности такого направления свидетельствуют результаты проведенного анализа в экономически развитых странах Европы и США [1, 2], где рынок подержанной техники существует и с каждым годом увеличивается. От обслуживания, ремонта и продажи отремонтированной сельскохозяйственной техники получают значительно больший доход, чем от реализации новых машин и оснащения.