

Ельников Д. А., аспирант,
Свергузова Ж. А., канд. техн. наук, доц.,
Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕФЕКТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЕЙ

pe@intbel.ru

Предоставлены результаты исследований, описывающие влияние термической модификации твердого отхода сахарной промышленности - дефеката на эффективность очистки окрашенных модельных растворов. Из экспериментов следует, что термообработка целесообразна, поскольку она качественно влияет на эффективность очистки.

Ключевые слова: очистка, красители, сорбция, сточные воды, отход сахарной промышленности.

Для очистки модельных растворов от красителей «Оранжевый R» (ОР) и «Метиленовый голубой» (МГ) использовали отход сахарной промышленности – дефекат, который образуется на стадии очистки свекольного сока и представляет собой темно-серую массу влажностью до 50 %, содержащую тонкодисперсные частицы CaCO_3 с примесью органических соединений. В предыдущих работах нами была доказана возможность использования данного отхода для очистки модельных растворов, содержащих красители ОР и МГ, эффективность очистки при этом достигала 95–97 %. В экспериментах ис-

пользовали исходный дефекат (ИД), обожженный в течение 20 мин при температуре 600 °С.

Изменение окраски ИД от серой до черной (табл. 1) свидетельствует о протекании процесса обугливания органических веществ, а дальнейший процесс снижения интенсивности черной окраски означает протекание процесса разложения CaCO_3 до CaO и CO_2 и сгорания углерода. Таким образом, в результате термообработки дефеката был получен тонкодисперсный порошок, на поверхности которого содержались продукты различной степени обугливания органических веществ [1].

Таблица 1

Изменение окраски дефеката в зависимости от температуры прокаливания

Температура обжига, °С	Цвет дефеката
100	Песочный
200	Светло-коричневый
300	Коричневый
400	Темно-коричневый
500	Темно-серый
600	Черный
700	Темно-серый
800	Светло-серый

В связи с тем, что состав ИД может изменяться под действием различных температур, представляло интерес выяснить наиболее рациональный температурный режим обжига. Для этого готовили навески ИД около 50 г каждая и обжигали в муфельной печи (ПР 25А) при различных температурах от 100 до 800 °С, с шагом подъема температур в 100 °С. Период термического воздействия для всех проб составил 30 мин. Обожженные пробы ИД использовали для очистки модельных растворов ОР и МГ, массы добавки термически модифицированного дефеката (ТД) составляли 2 и 3 г на 100 мл модель-

ного раствора (рис. 1). Длительность перемешивания 15 мин.

Как следует из рис. 1, на начальных этапах эффективность очистки невысока и составляет 44 и 57 % для раствора красителя ОР с концентрациями 25 и 50 мг/дм³. Однако, с увеличением температуры обжига происходит значительное возрастание эффективности очистки. В интервале температур обжига от 100 до 600 °С она увеличивается до 94 % для раствора с исходной концентрацией 25 мг/л и до 96 % для раствора с исходной концентрацией 50 мг/л. При этом при температуре 600 °С наблюдается максимум эф-

эффективности. На отрезке оси от 600 до 800 °С эффективность очистки снижается на 22 и 15 % для концентрации ОР в растворе 25 и 50 мг/дм³, соответственно (рис. 2), что, вероятно, связано с

выгоранием углерода, т.к. начало процесса сгорания приходится на 615 °С, а максимум - на 670 °С (рис. 3).

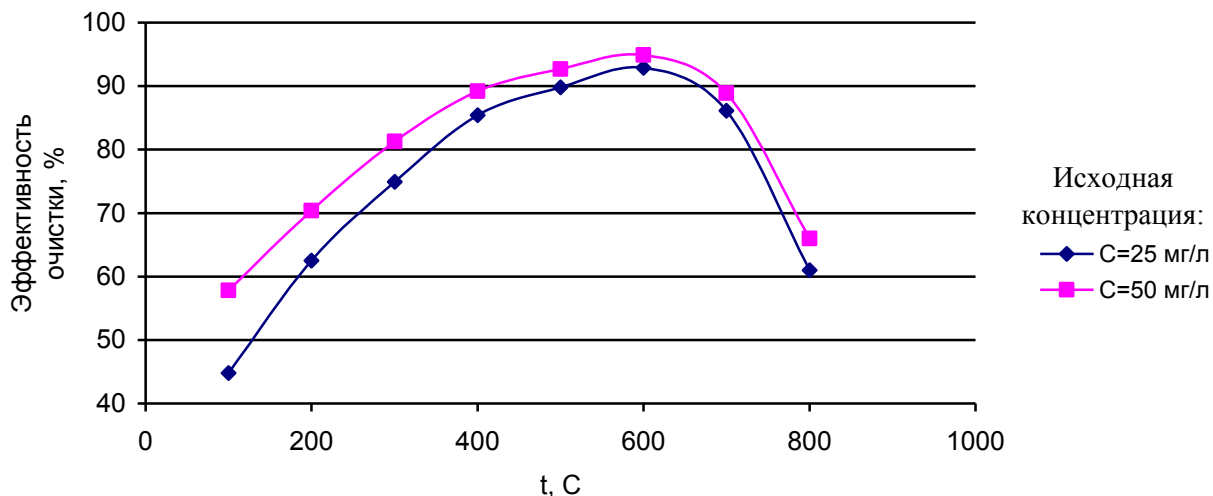


Рисунок 1. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР от температуры обжига ИД. Добавка ТД 2 г на 100 мл раствора

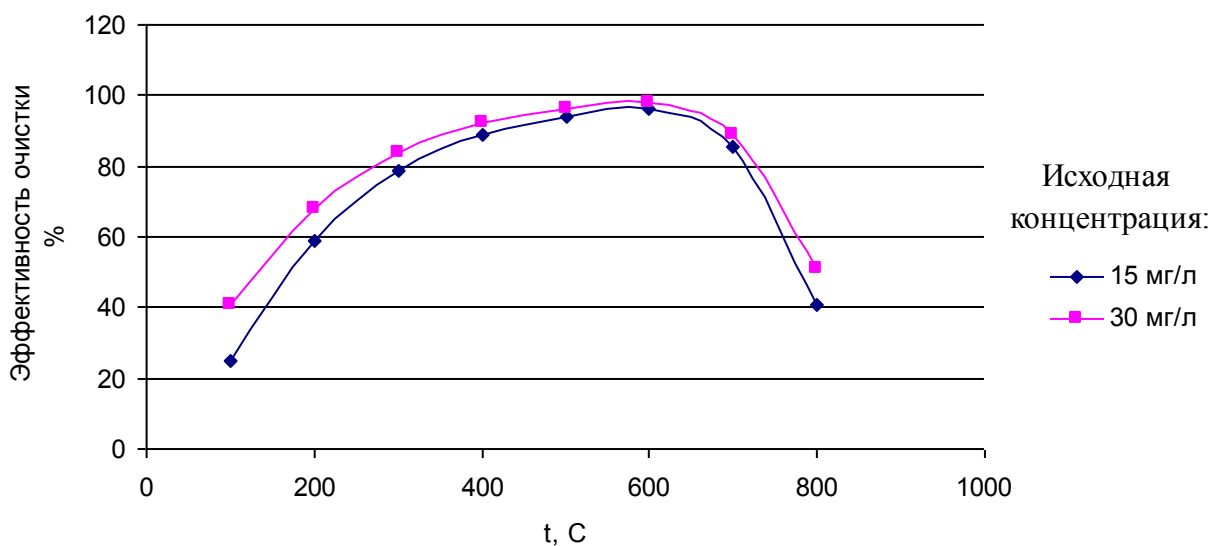


Рисунок 2. Зависимость эффективности очистки растворов МГ от температуры обжига ИД. Добавка ТД 3 г на 100 мл раствора

На рис. 2 показано, что эффективность очистки растворов МГ дефекатом, обожженным при 100 °С, составляет 25 и 41 % для концентраций МГ 15 и 30 мг/дм³, соответственно. Затем происходит увеличение эффективности с максимальными значениями 96 и 98 % при температуре 600 °С. Возрастание эффективности можно объяснить обугливанием органических веществ и образование углеродного слоя. В интервале температур от 600 до 800 °С спад эффективности до 60 и 67 % также, вероятно, обусловлен снижением массовой доли углерода в составе ТД вследствие его сгорания.

Для определения зависимости массовой доли углерода в ТД от температуры обжига порошок ТД обрабатывали концентрированной соляной кислотой, промывали и определяли массовую долю углерода в обожженном дефекате. Как показали результаты исследований (рис. 4), максимальное содержание углерода (2%) соответствует температуре обжига ИД 600 °С. При повышении температуры свыше 600 °С массовая доля углерода в ТД снижается.

Так, как следует из результатов дифференциально-термического анализа ИД (рис. 3), проведенного на дериватографе ДРОН-3, в интерва-

ле температур от 20 до 110 °С происходит удаление гигроскопической влаги из образца (кривая ТЖ), сопровождающееся поглощением тепла (участок кривой ТЖ в этом же температурном интервале). При повышении температуры до 200 °С начинается процесс окисления органических веществ, присутствующих в ИД, о чем свидетельствует небольшой экстремум на кривой ТЖ. Процесс сопровождается выделением тепла (экстремум на участке кривой ДТА), продолжающегося до 500 °С, причем, кривая ТЖ после температуры 340 °С, которая соответству-

ет пику на кривой ДТА и характеризующей максимум выделения тепла при сгорании органических примесей, снижается более плавно, что свидетельствует о снижении интенсивности процесса сгорания органических веществ. При температуре около 500 °С процесс сгорания органических веществ, вероятно, прекращается, останавливаясь на стадии образования углерода (С), но падение веса образца не прекращается, хотя на участке температур от 500 до 700 °С оно имеет более плавный характер, чем в интервале температур до 500 °С.

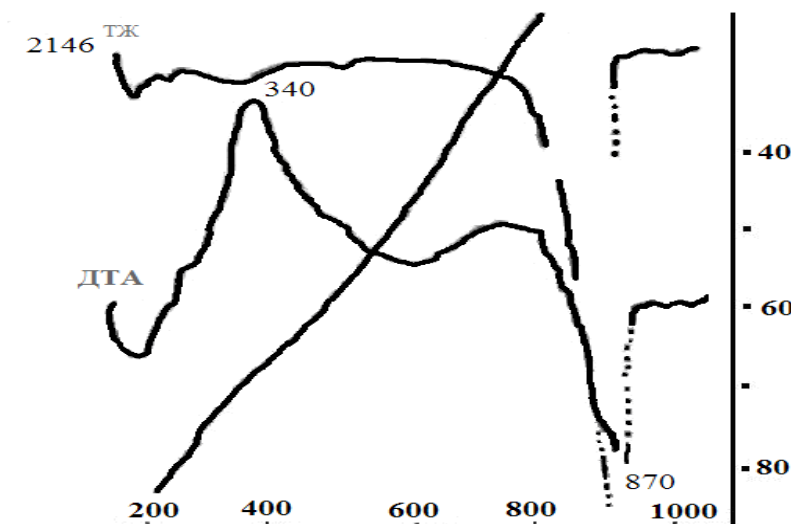


Рисунок 3. Результаты дифференциально-термического анализа ИД.
Обозначения:

- ТЖ – дифференциально-термогравиметрическая кривая, показывающая, в каком интервале температур происходит максимальное падение веса;
- ДТА – кривая дифференциально-термического анализа, показывающая, на каких участках происходит поглощение или выделение теплоты

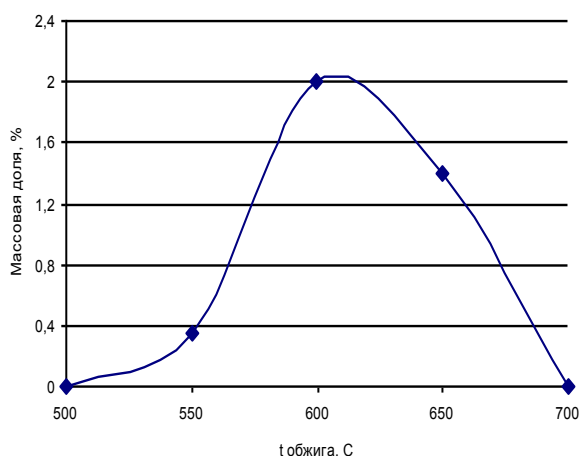


Рисунок 4. Изменение массовой доли углерода в обожженном дефекте в зависимости от температуры обжига

Как видно из кривой ДТА, сгорание углерода происходит после подъема температуры до 615 °С. Это еще раз подтверждает оптимальность температурного интервала обжига ИД при

590-600 °С. В процессе обжига немаловажное значение имеет продолжительность температурного воздействия, т.к. этот показатель может влиять на эффективность очистки и повлечь за собой неоправданные энергетические затраты.

Для определения наиболее рациональной длительности обжига ИД подвергли термической обработке в интервале от 5 до 60 мин, с шагом 5 мин. Обожженный при разных температурах дефекат использовали для очистки растворов ОР. При очистке растворов красителя ОР использовались растворы с концентрациями 25 и 50 мг/дм³ с добавлением ТД массой 2 г на 100 мл. Перемешивали суспензию в течении 15 мин.

На рис. 5 показано, что первые 15 мин обжига не обеспечивают необходимой эффективности очистки. Наиболее высокая эффективность очистки обеспечивается при обжиге ИД в течении 20 мин.

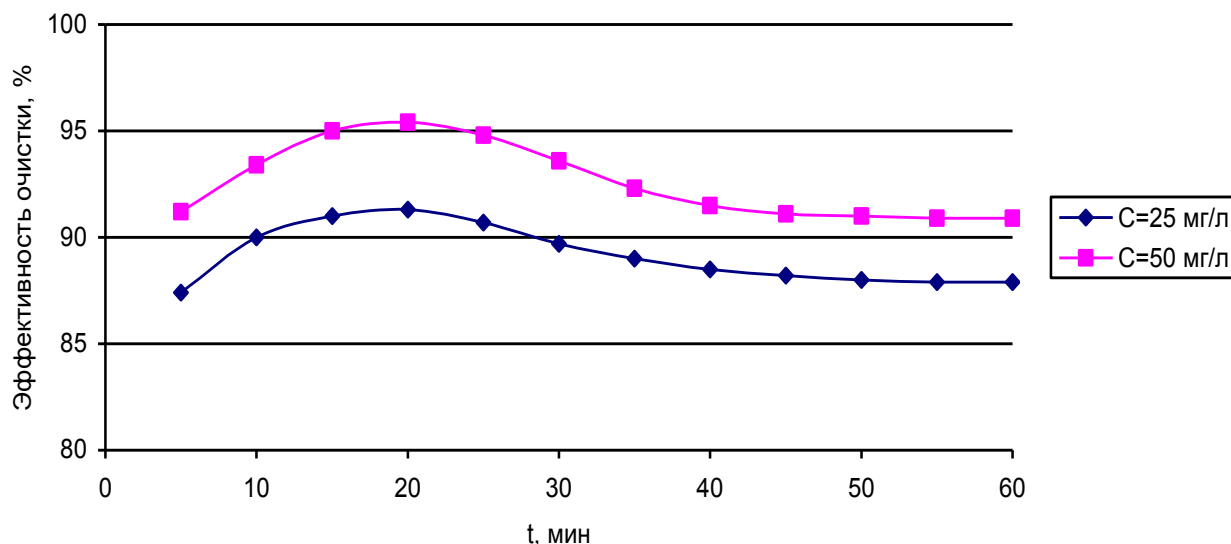


Рисунок 5. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР от продолжительности термического воздействия на ИД

На рис. 6 отображена зависимость эффективности очистки растворов МГ от длительности обжига ИД. Оптимальная продолжительность воздействия так же, как и для растворов ОР, составляет 20 мин. Эффективность очистки

в интервале длительности обжига от 5 до 20 мин возрастает с 85 и 89 %, для концентраций 15 и 30 мг/дм³, при максимальных показателях на 20-ой минуте в 90 и 94 %, соответственно.

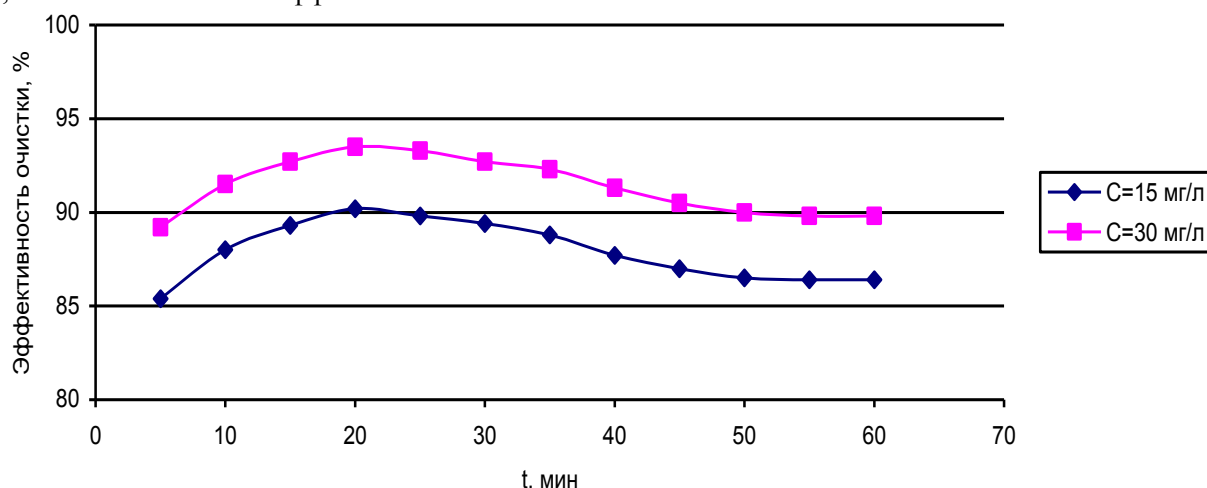


Рисунок 6. Зависимость эффективности очистки модельных растворов МГ от продолжительности термического воздействия на ИД

Из результатов экспериментов следует, что оптимальная длительность обжига составляет 20 мин, т.к. в этом случае достигается максимальная эффективность очистки модельных растворов, не влекущая повышенных энергозатрат. Снижение же эффективности после 20 мин воздействия, вероятно, обусловлено выгоранием углеродного слоя. Подтверждением высказанного предположения является изменение массовой доли углерода, образующегося на поверхности частиц СаСО₃ в процессе обжига (рис. 4).

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что режим термической обработки

ИД значительно влияет на эффективность очистки загрязненных водных сред, что объясняется протеканием физико-химических изменений в процессе обжига.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасова, Г. И. Перспективы переработки дефеката – отхода сахарной промышленности для получения сорбента / Г. И. Тарасова, Ж. А. Свергузова // Сотрудничество для решения проблемы отходов: междунар. конф., Харьков, 2005. – 342 с.