

Л.В. Молоканова, канд. биол. наук, доц.;
И.Н. Пугачева, д-р. техн. наук, проф.;
С.С. Никулин, д-р. техн. наук, проф.
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОАГУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современная геополитическая ситуация требует увеличения объемов производства отечественных материалов для различных отраслей промышленности, в том числе производства синтетических каучуков. Анализ производства синтетического каучука российскими компаниями свидетельствует о росте объемов выпуска [1]. Так в 2021 году было произведено около 1486 тыс. т синтетических каучуков в первичных формах, а в 2022 году – уже более 1578 тыс. т.

Производство эмульсионных каучуков сопряжено с негативным воздействием на окружающую среду. Это происходит из-за применения на отдельных предприятиях солевых коагулянтов, а также использования в процессе производства диспергатора натриевой соли продукта конденсации β -нафталинсульфокислоты с формальдегидом (лейканола), что приводит к загрязнению гидросферы. В связи с вышесказанным актуальным является поиск технологий, позволяющих снизить негативное воздействие производства на окружающую среду.

В пивоваренной промышленности образуются значительные объемы кизельгура, отработанного при фильтрации пива. Так как в составе отработанного кизельгура содержится большое количество воды, а также органические вещества, хранить его в течение длительного времени невозможно, поэтому его вывозят на полигоны. В то же время отработанный при фильтрации пива кизельгур является ценным вторичным ресурсом, который может быть использован для улучшения качества почв, в производстве бетона, цемента, строительных материалов и др.

Целью исследования явилось изучение возможности использования кизельгура и кизельгура в смеси с углем, отработанного при фильтрации пива, при создании бинарных коагулянтов для производства бутадиен-стирольных каучуков методом эмульсионной полимеризации.

В работе использовался кизельгур торговой марки «Масис В», представляющий собой розоватый порошок, содержащий более 92% оксида кремния, а также кизельгур в смеси с углем, который применяется при фильтрации фруктового пива «Garage». Кизельгуровый шлам, образующийся после фильтрации пива, характеризуется сложным

морфологическим составом, представленным в таблице. Адсорбированное органическое вещество отхода производства пива в основном представлено клетками дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*, Meyen, 1838) и белками.

Таблица – Характеристика кизельгура, отработанного при фильтрации пива

Определяемый показатель, единица измерения	Результаты измерения с указанием погрешности (при P = 0,95)	Методики измерений
Кизельгур, отработанный при фильтрации пива		
Минеральный порошок, % мас.	93,16	Расчет
Органическое вещество, % мас.	6,84 ± 0,61	ГОСТ 26213-91, п.2
Алюминий, % мас.	4,65 ± 1,58	ПНД Ф 16.1:2.3:2.2:3.57-08
Железо, % (кислоторастворимая форма)	1,25 ± 0,48	ПНД Ф 16.3.24-2000
Кизельгур в смеси с углем, отработанный при фильтрации пива		
Минеральный порошок, %	83,42	Расчет
Органическое вещество, %	7,16	Расчет
Алюминий, %	свыше 1,5	ПНД Ф 16.1:2.3:2.2:3.57-08
Железо, % (кислоторастворимая форма)	1,31 ± 0,50	ПНД Ф 16.3.24-2000

Для предотвращения деструкции адсорбированных продуктов на поверхности отработанного кизельгура предварительно проводилась его сушка вакуум-сублимационным способом при температуре -40°C в течение 4 ч, в результате чего влажность отхода снижалась с 85% (в соответствии с ТУ 2164-073-01824944-2004 «Кизельгур отработанный») до 2,4 %. Высушенный отход измельчали в молотковой дробилке до мелкодисперсного состояния (менее 15 мкм).

В эксперименте использовали промышленный каучуковый латекс СКС-30 АРК, который имел следующие характеристики: рН = 9,6; поверхностное натяжение $\sigma = 57,4$ мН/м; содержание сухого остатка 21,2% мас.; содержание связанного стирола 22,6% мас.

Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили согласно общепринятой методике [2]. В качестве основного коагулирующего агента использовался 20%-ный раствор хлорид натрия и 2,0%-ный раствор поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида (торговое название ВПК-402), в качестве подкисляющего агента – 2,0%-ный водный раствор серной кислоты. Диатомит вводили в количестве от 10 до 100 кг/т каучука совместно с коагулирующим агентом.

Расход подкисляющего агента выдерживался постоянным – 15 кг/т каучука. рН водной фазы – 2,5–3,0. При оценке выделения каучука СКС-30 АРК из латекса с использованием комбинированного коагулянта на основе хлорида натрия и отработанного кизельгура и отра-

ботанного кизельгура в смеси с углем установлено, что применение таких коагулирующих систем уменьшает расход солевого коагулянта на 50 кг/т каучука. Полученный результат можно объяснить составом отработанного кизельгура, в котором после фильтрования содержится до 10% белка, за счет чего более эффективно происходит нейтрализация поверхностного заряда латексных глобул.

При использовании бинарного коагулянта с отработанным кизельгуром в смеси с углем при низких расходах солевого коагулянта (50 и 70 кг/т каучука) наблюдали образование осадка, что можно объяснить тем, что в первую очередь выделяются латексные глобулы, содержащие каучук с более низкой молекулярной массой.

При использовании коагулянта ВПК-402 полнота коагуляции достигалась при расходе коагулянта 2,0 кг/т каучука. Введение дополнительного количества отработанного кизельгура и отработанного кизельгура в смеси с углем в раствор ВПК-402 позволяет снизить расход ВПК-402 с 2,0 до 1,0 кг/т каучука (расход отработанного кизельгура 10 кг/т каучука). Полученный эффект можно объяснить усилением нейтрализационного механизма протекания коагуляции за счет ВПК-402 и содержащихся в составе вторичного ресурса атомов азота, которые в кислой среде заряжаются положительно (кватернизация).

Проведенные исследования показали возможность использования отработанного кизельгура и кизельгура в смеси с углем в качестве компонента комбинированных коагулянтов. Выявлено снижение расхода основных коагулянтов за счет коагулирующей способности отработанного кизельгура, которая обусловлена его морфологическим составом, в частности высоким содержанием белков, включающим в свой состав атомы азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксёнов В. И. Анализ производства синтетического каучука российскими компаниями в 2021 г.: итоги, события и возможные перспективы развития // Производство и использование эластомеров. 2022. №1. С. 3–15.

2. Пояркова Т. Н., Никулин С. С., Пугачева И. Н., Кудрина Г. В., Филимонова О. Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2011. 124 с.